

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-293822

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 11-100643

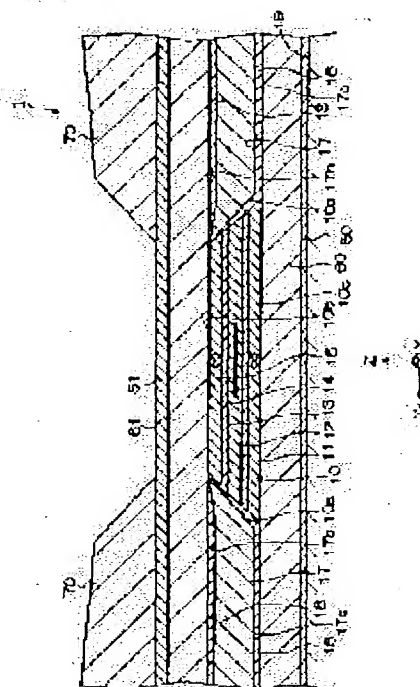
(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 07.04.1999

(72)Inventor : KAKIHARA YOSHIHIKO  
KOIKE FUMITO**(54) SPIN VALVE THIN FILM MAGNETIC ELEMENT, ITS PRODUCTION, AND THIN FILM MAGNETIC HEAD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spin valve thin film magnetic element which is superior in stability to satisfactorily control the magnetic domain of a free magnetic layer.

**SOLUTION:** A spin valve type thin film magnetic element 1 is provided with one anti-ferromagnetic layer 60, a laminated body 10 which has nonmagnetic conductive layers 12 and 14 and fixed magnetic layers 11 and 15 laminated on both sides of a free magnetic layer 13 in the perpendicular direction of this layer 13 and is formed on the anti-ferromagnetic layer 60, bias layers 17 and 17 which are placed on both sides of the laminated body 10, the other anti-ferromagnetic layer 61 with which the laminated body 10 and bias layers 17 and 17 are covered, and conductive layers 70 and 70. The bias layers 17 are provided on one anti-ferromagnetic layer 60 and are placed in the same hierarchy as the laminated body 10, and the other anti-ferromagnetic layer 18 is brought into contact with at least a part of bias layers 17 and the laminated body 10.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 04.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3325853

[Date of registration] 05.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

ate of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A substrate and the layered product by which came to carry out the laminating of a nonmagnetic conductive layer and the fixed magnetic layer to the thickness direction both sides of an antiferromagnetism layer, and the free magnetic layer and the aforementioned free magnetic layer respectively, and while the laminating was carried out to this substrate was formed on aforementioned one antiferromagnetism layer, The bias layer of the couple which is located in the both sides of the aforementioned layered product, and, on the other hand, arranges the magnetization direction of the aforementioned free magnetic layer with \*\*, It comes to provide the conductive layer of the couple which gives detection current to the antiferromagnetism layer and the aforementioned free magnetic layer of wrap another side for the aforementioned layered product and the aforementioned bias layer. the bias layer of the aforementioned couple The spin bulb type thin film magnetic cell characterized by having been prepared on aforementioned one antiferromagnetism layer, having been located in the same hierarchy as the aforementioned layered product, and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side being in contact with at least the part and the aforementioned layered product of a bias layer of the aforementioned couple.

[Claim 2] The aforementioned bias layer is a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 characterized by being formed so that the field of the thickness direction both sides may constitute the field and abbreviation same side of the thickness direction both sides of the aforementioned layered

product.

[Claim 3] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 2 to which the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is characterized by carrying out the laminating in contact with the aforementioned whole bias layer and the aforementioned layered product.

[Claim 4] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 2 characterized by forming the antiferromagnetism layer of aforementioned another side in contact with the upper surface of the aforementioned layered product more broadly than the aforementioned layered product, and the laminating being carried out in contact with a part of bias layer of the aforementioned couple.

[Claim 5] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to which the laminating of the antiferromagnetism thin film is carried out to the aforementioned layered product, and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is characterized by being touched by at least the part and the aforementioned antiferromagnetism thin film of the aforementioned bias layer.

[Claim 6] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to which the laminating of the ferromagnetic thin film is carried out to the aforementioned layered product at least, and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is characterized by being touched by the aforementioned ferromagnetic thin film at least.

[Claim 7] The antiferromagnetism layer of aforementioned one side and aforementioned another side is a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 6 which consists of an alloy shown by the formula of X-Mn (however, X shows one sort of elements chosen from among Pt, Pd, Ru, Ir, Rh, and Os.), and is characterized by X being a range below 63 atom % more than 37 atom %.

[Claim 8] The antiferromagnetism layer of aforementioned one side and aforementioned another side is X'-Pt-Mn (however, X'). one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Cr, Ru, nickel, Ir, Rh, Os, Au, and Ag are shown The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 6 which consists of an alloy shown by the formula and is characterized by the total quantity of X' and Pt being a range below 63 atom % more than 37 atom %.

[Claim 9] The aforementioned antiferromagnetism thin film is a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 5 which consists of an alloy shown by



the formula of X-Mn (however, X shows one sort of elements chosen from among Pt, Pd, Ru, Ir, Rh, and Os.), and is characterized by X being a range below 63 atom % more than 37 atom %.

[Claim 10] The aforementioned antiferromagnetism thin film is a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 5 which consists of an alloy shown by the formula of X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Cr, Ru, nickel, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.), and is characterized by the total quantity of X' and Pt being a range below 63 atom % more than 37 atom %.

[Claim 11] It is the spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 10 which estranges the conductive layer of the aforementioned couple mutually, and a laminating is carried out on the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, and is characterized by the bird clapper by carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side in contact with the aforementioned whole bias layer and the aforementioned layered product.

[Claim 12] It is the spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 10 which the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is formed in contact with the upper surface of the aforementioned layered product more broadly than the aforementioned layered product, and a laminating is carried out in contact with a part of bias layer of the aforementioned couple, and the conductive layer of the aforementioned couple adjoins the both sides of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, and a laminating is carried out to the aforementioned bias layer, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 13] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 12 characterized by preparing the interlayer who consists of Ta or Cr between the aforementioned bias layer and the aforementioned conductive layer and/or between the aforementioned bias layer and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side.

[Claim 14] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 12 characterized by preparing the bias ground layer which consists of Cr between the aforementioned bias layer and the aforementioned layered product and between the aforementioned bias layer and aforementioned one antiferromagnetism layer.

[Claim 15] the following -- having -- the [ aforementioned ] -- the [ 1 free

magnetic layer and / aforementioned ] -- 2 free magnetic layer joins together in antiferromagnetism mutually -- having -- the [ aforementioned ] -- the [ the magnetization direction of 1 free magnetic layer, and / aforementioned ] -- the magnetization direction of 2 free magnetic layer -- mutual -- anti- -- the spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 14 characterized by supposing that it is parallel The aforementioned free magnetic layer is a nonmagnetic interlayer. the [ which sandwiches the aforementioned nonmagnetic interlayer ] -- the [ 1 free magnetic layer and ] -- 2 free magnetic layer

[Claim 16] The spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 1 to 14 which it has the following, and the aforementioned 1st fixed magnetic layer and the aforementioned 2nd fixed magnetic layer of each other are combined in antiferromagnetism, and is characterized by considering mutually the magnetization direction of the aforementioned 1st fixed magnetic layer, and the magnetization direction of the aforementioned 2nd fixed magnetic layer as anti-parallel. The aforementioned fixed magnetic layer is another nonmagnetic interlayer. the [ the 1st fixed magnetic layer which sandwiches the nonmagnetic interlayer according to above, and ] -- 2 fixed magnetic layer

[Claim 17] The thin film magnetic head which a slider is equipped with a claim 1 or a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 16, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 18] Carry out the laminating of one antiferromagnetism layer to a substrate, carry out the laminating of one fixed magnetic layer, one nonmagnetic conductive layer, a free magnetic layer, the nonmagnetic conductive layer of another side, and the fixed magnetic layer of another side to one [ this ] antiferromagnetism layer one by one, and a laminating precursor is formed. Form the 1st lift-off resist on the aforementioned laminating precursor, and remove the aforementioned laminating precursor which is not covered by the aforementioned 1st lift-off resist, expose aforementioned one antiferromagnetism layer, and a layered product is formed. Carry out the laminating of the bias layer to aforementioned one [ which was exposed ] antiferromagnetism layer, and the upper surface is made into the almost same position as the upper surface of the aforementioned layered product. The manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell which removes the aforementioned 1st lift-off resist, carries out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side at least on a part of aforementioned

bias layer and the aforementioned layered product, and is characterized by forming the conductive layer of the couple which touches the antiferromagnetism layer of aforementioned another side.

[Claim 19] The manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 15 characterized by carrying out the laminating of the antiferromagnetism thin film to the aforementioned laminating precursor, and carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side on [ some / at least ] the aforementioned antiferromagnetism thin film and the aforementioned bias layer.

[Claim 20] The manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 15 characterized by carrying out the laminating of the ferromagnetic thin film to the aforementioned layered product at least, and carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side on [ some / at least ] the aforementioned ferromagnetic thin film and the aforementioned bias layer after removing the aforementioned 1st lift-off resist.

[Claim 21] The manufacture method of the claim 15 which forms the 2nd lift-off resist on the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, carries out the laminating of the conductive layer of the aforementioned couple to the antiferromagnetism layer of aforementioned another side which is not covered by the aforementioned 2nd lift-off resist, and is characterized by removing the aforementioned 2nd lift-off resist, or a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 17.

[Claim 22] The manufacture method of the claim 15 which forms the 3rd lift-off resist on the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, removes the antiferromagnetism layer of aforementioned another side which is not covered by the aforementioned 3rd lift-off resist, carries out the laminating of the conductive layer of the aforementioned couple to the both sides of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side which remained, and is characterized by removing the aforementioned 3rd lift-off resist, or a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 17.

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the manufacture method of the thin film magnetic head equipped with the spin bulb type thin film magnetic cell which comes to carry out the laminating of a nonmagnetic conductive layer, a fixed magnetic layer, and the antiferromagnetism layer to the thickness direction both sides of a free magnetic layer, and this spin bulb type thin film magnetic cell, and a spin bulb type thin film magnetic cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is a GMR (Giant Magnetoresistive) head equipped with the element which shows MR (Magnetoresistive) head equipped with the element which shows the magnetoresistance effect, and the huge magnetoresistance effect in the magnetoresistance-effect type magnetic head.

In the MR head, it considers as the monolayer structure where the element which shows the magnetoresistance effect consists of the magnetic substance.

On the other hand, let material whose element which shows the magnetoresistance effect is plurality be the multilayer structure which comes to carry out a laminating in the GMR head. Although there are some kinds of the structures which produce the huge magnetoresistance effect, structure is comparatively simple and there is a spin bulb type thin film magnetic cell to an external magnetic field as what has high resistance rate of change. There are a single spin bulb thin film magnetic cell and a dual spin bulb type thin film magnetic cell as spin bulb type thin film magnetic cell.

[0003] Drawing 24 is the cross section which saw the conventional spin bulb type thin film magnetic cell from the magnetic-recording medium side. The shield layer is formed in the upper and lower sides of the spin bulb type thin film magnetic cell shown in drawing 24 through the gap layer, and the GMR head for reproduction consists of an aforementioned spin bulb type thin film magnetic cell, a gap layer, and a shield layer. In addition, on DDO, the laminating of the inductive head for record may be carried out to GMR for the aforementioned reproduction. This GMR head is prepared in the trailing side edge section of a surfacing formula slider etc. with an inductive head, constitutes the thin film magnetic head, and detects the record magnetic field of magnetic-recording media, such as a hard disk. In addition, in drawing 24, the move direction of a magnetic-recording medium is an illustration Z direction, and the direction of the leakage magnetic field from a magnetic-recording medium is the direction of Y.

[0004] In drawing 24, the sign 9 shows the spin bulb type thin film magnetic cell. This spin bulb type thin film magnetic cell 9 is the so-called dual spin bulb type thin film magnetic cell by which the laminating of a nonmagnetic conductive layer, a fixed magnetic layer, and the antiferromagnetism layer was carried out to the thickness direction both sides of a free magnetic layer at the order of a monostromatic every. In drawing 24, the sign 150 shows the ground layer which a laminating is carried out to a substrate 119, for example, consists of Ta (tantalum) etc. The laminating of the antiferromagnetism layer 116 is carried out to this ground layer 150, the laminating of the nonmagnetic conductive layer 114 and the fixed magnetic layer 115 which turn into this antiferromagnetism layer 116 from the nonmagnetic conductive layer 112 and the free magnetic layer 113 which consist of a fixed magnetic layer 111, Cu, etc., Cu, etc., and the antiferromagnetism layer 117 is carried out one by one, and the laminating of the protective layer 151 which consists of Ta etc. is carried out to the antiferromagnetism layer 117. Thus, the laminating of from the ground layer 150 to the protective layer 151 is carried out one by one, and it constitutes the layered product 110.

[0005] A layered product 110 is made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape, and the inclination sides 110a and 110a which incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 119 are formed in the illustration X1 direction both sides. Moreover, respectively in contact with the fixed magnetic layers 111 and 115, the laminating of the

antiferromagnetism layers 116 and 117 is carried out, a switched connection magnetic field (exchange-anisotropy magnetic field) occurs in each interface of the antiferromagnetism layer 116, the fixed magnetic layer 111 and the antiferromagnetism layer 117, and the fixed magnetic layer 115, and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 111 and 115 is being fixed in the direction of illustration Y, respectively.

[0006] The bias layers 117 and 117 which consist of a Co-Pt (cobalt-platinum) alloy are formed in the illustration X1 direction both sides of a layered product 110. These bias layers 117 and 117 are for arranging the magnetization direction of the free magnetic layer 113 in the illustration X1 direction, making the free magnetic layer 113 form into a single magnetic domain, and suppressing a Barkhausen noise. This becomes the relation which the magnetization direction of the free magnetic layer 113 and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 111 and 115 intersect.

[0007] In addition, the sign 170 shows the conductive layer formed by Cu etc.

Moreover, between the bias layer 117 and a substrate 119 and between the bias layer 117 and the layered product 110, the bias ground layer 116 which consists of Cr which is non-magnetic metal is formed. Furthermore, between the bias layer 117 and the conductive layer 170, the interlayer 118 who consists of Ta which is non-magnetic metal, or Cr is formed.

[0008] In this spin bulb type thin film magnetic cell 9, if the magnetization direction of the free magnetic layer 113 arranged in the illustration X1 direction is changed by the leak magnetic field from record media, such as a hard disk, electric resistance will change by the relation with the magnetization direction of the fixed magnetic layers 111 and 115 fixed in the direction of illustration Y, and the leak magnetic field from a record medium will be detected by the voltage change based on this electric resistance value change.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the conventional spin bulb type thin film magnetic cell 9, a part of aforementioned hard bias layers 117 and 117 ran aground on the inclination sides 110a and 110a of a layered product 110 through the bias ground layers 116 and 116, and it has projected towards the direction which separates from a substrate 119. It is thin thin as the cross-section configuration of this portion separates from a substrate 119, and the noses of cam 117a and 117a of the bias layers 117 and 117 near the upper surface of a layered product 110 serve as the cross-section configuration

where it sharpened.

[0010] For this reason, as shown in drawing 25, it was easy to become the magnetic field (illustration arrow A) to which the leakage flux from point 117a of one bias layer 117 results through the up shield layer by which the laminating is carried out at another bias layer 117 on the spin bulb type thin film magnetic cell 9, and there was un-arranging [ that the bias magnetic field impressed to the free magnetic layer 113 decreased ]. For this reason, it became difficult to perform magnetic-domain control of the free magnetic layer 113 good, and a technical problem called a low in the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 9 occurred.

[0011] Moreover, another leakage magnetic field from the points 117a and 117a of the bias layers 117 and 117 It becomes the anti-magnetic field (the illustration arrow B and Arrow C) of the aforementioned bias layer 117, and is impressed by the ends of the free magnetic layer 113. the direction of this anti-magnetic field (Arrow B and Arrow C) Since it differed from the direction of magnetization of the free magnetic layer 113 arranged by the bias layers 117 and 117 (illustration arrow D), the technical problem that the free magnetic layer 113 will be formed into many magnetic domains, and a Barkhausen noise will increase occurred.

[0012] Furthermore, since the laminating of the bias layers 117 and 117 is carried out on the substrate 119 through the bias ground layers 116 and 116

The X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 116 can be adjoined, therefore a bias magnetic field cannot fully be impressed to the free magnetic layer 113. The technical problem that it became difficult to perform magnetic-domain control of the free magnetic layer 113 good, and the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 9 became low occurred.

[0013] this invention carries out the purpose of offering the spin bulb type thin film magnetic cell excellent in the stability which it was made in order to solve the above-mentioned technical problem, and reduction of the bias magnetic field impressed to a free magnetic layer cannot take place easily, and a free magnetic layer is not formed into many magnetic domains, and can perform magnetic-domain control of a free magnetic layer good. Moreover, it aims at offering the manufacture method of this spin bulb type thin film magnetic cell.

Furthermore, it aims at offering the thin film magnetic head equipped with this spin bulb type thin film magnetic cell.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention adopted the following composition. The antiferromagnetism layer by which the laminating of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention was being steadily carried out to the substrate and this substrate, The layered product which it came to carry out the laminating of a nonmagnetic conductive layer and the fixed magnetic layer to the thickness direction both sides of a free magnetic layer and the aforementioned free magnetic layer respectively, and was formed on aforementioned one antiferromagnetism layer, The bias layer of the couple which is located in the both sides of the aforementioned layered product, and, on the other hand, arranges the magnetization direction of the aforementioned free magnetic layer with \*\*, It comes to provide the conductive layer of the couple which gives detection current to the antiferromagnetism layer and the aforementioned free magnetic layer of wrap another side for the aforementioned layered product and the aforementioned bias layer. the bias layer of the aforementioned couple It is prepared on aforementioned one antiferromagnetism layer, and is located in the same hierarchy as the aforementioned layered product, and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is characterized by being in contact with at least the part and the aforementioned layered product of a bias layer of the aforementioned couple. Moreover, the aforementioned bias layer is characterized by being formed so that the field of the thickness direction both sides may constitute the field and abbreviation same side of the thickness direction both sides of the aforementioned layered product.

Furthermore, it is desirable that the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is carried out in contact with the aforementioned whole bias layer and the aforementioned layered product.

Furthermore, the aforementioned antiferromagnetism layer may be formed in contact with the upper surface of the aforementioned layered product more broadly than the aforementioned layered product, and the laminating may be carried out in contact with a part of bias layer of the aforementioned couple again.

[0015] In the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell It is constituted so that the field of the thickness direction both sides may form the field and abbreviation same side of the thickness direction both sides of the aforementioned layered product, while a bias layer is located in the same hierarchy as the aforementioned layered product. Moreover, since the



antiferromagnetism layer of another side covers the aforementioned bias layer and the aforementioned layered product and the laminating is carried out. The cross-section configuration of a bias layer does not become what projected and sharpened like the conventional spin bulb type thin film magnetic cell, but it becomes possible for a free magnetic layer not to be formed into many magnetic domains by the leakage magnetic field from a bias layer, and to reduce the Barkhausen noise of a free magnetic layer. In addition, it is located in the hierarchy as the aforementioned layered product with same "bias layer, and " means that the laminating of a bias layer and the layered product is carried out to the almost same hierarchy on the basis of a substrate, and when bias layer thickness is thinner than the thickness of a layered product, it is contained here.

[0016] Moreover, the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is a spin bulb type thin film magnetic cell of a publication previously, the laminating of the antiferromagnetism thin film is carried out to the aforementioned layered product, and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is characterized by being touched by at least the part and the aforementioned antiferromagnetism thin film of the aforementioned bias layer. Moreover, as for the material which constitutes the antiferromagnetism layer of an antiferromagnetism thin film and another side, it is desirable that it is what consists of the same composition.

[0017] In the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell, since the laminating of the antiferromagnetism thin film is carried out to a layered product, if an impurity does not mix in these interfaces and this antiferromagnetism thin film and the antiferromagnetism layer of another side unify, it will become possible for a big switched connection magnetic field to be easily discovered in the interface of the fixed magnetic layer of a layered product, and an antiferromagnetism thin film, and to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer in the predetermined direction firmly.

[0018] Moreover, the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is a spin bulb type thin film magnetic cell of a publication previously, and the laminating of the ferromagnetic thin film is carried out to the aforementioned layered product at least, and it is characterized by the antiferromagnetism layer of aforementioned another side being in contact with the aforementioned ferromagnetic thin film at least.

[0019] In the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell Since an

impurity did not mix in these interfaces since the laminating of a ferromagnetic thin film and the antiferromagnetism layer of another side was carried out simultaneously, and this ferromagnetic thin film is in contact with the fixed magnetic layer of a layered product. It becomes possible for a switched connection magnetic field to be easily discovered between the antiferromagnetism layer of another side, and a ferromagnetic thin film, and for this switched connection magnetic field to be impressed to a fixed magnetic layer through a ferromagnetic thin film, and to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer in the predetermined direction.

[0020] The antiferromagnetism layer of aforementioned one side and aforementioned another side consists of an alloy shown by the formula of X-Mn (however, X shows one sort of elements chosen from among Pt, Pd, Ru, Ir, Rh, and Os.), and it is desirable that X is a range below 63 atom % more than 37 atom %. Moreover, the antiferromagnetism layer of aforementioned one side and aforementioned another side may consist of an alloy shown by the formula of X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Cr, Ru, nickel, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.), and the total quantity of X' and Pt may be a range below 63 atom % more than 37 atom %.

Furthermore, the aforementioned antiferromagnetism thin film consists of an alloy shown by the formula of X-Mn (however, X shows one sort of elements chosen from among Pt, Pd, Ru, Ir, Rh, and Os.), and it is desirable that X is a range below 63 atom % more than 37 atom %. Furthermore, the aforementioned antiferromagnetism thin film may consist of an alloy shown by the formula of X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Cr, Ru, nickel, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.), and the total quantity of X' and Pt may be a range below 63 atom % more than 37 atom %.

[0021] By considering as the spin bulb type thin film magnetic cell using the alloy shown by the formula of the alloy shown in an antiferromagnetism layer and an antiferromagnetism thin film by the formula of X-Mn, or X'-Pt-Mn. It compares with the thing using the NiO alloy currently used for the antiferromagnetism layer from the former, the FeMn alloy, the NiMn alloy, etc. It becomes possible to consider as the spin bulb type thin film magnetic cell which has the property which was [ excel / further / a switched connection magnetic field is large, and blocking temperature is high, and / in corrosion resistance ] excellent.

[0022] The spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is a spin bulb type thin film magnetic cell of a publication previously, in contact with the

aforementioned whole bias layer and the aforementioned layered product, the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is carried out, the conductive layer of the aforementioned couple is estranged mutually, and a laminating is carried out on the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, and it is characterized by the bird clapper. As for this conductive layer, it is desirable that a laminating is carried out to the position which does not lap with a layered product. If the conductive layer of a couple is estranged mutually and formed in the position which does not lap with a layered product, it will become possible to impress detection current to the nonmagnetic conductive layer certainly contained in a layered product.

[0023] Moreover, the antiferromagnetism layer of aforementioned another side is formed in contact with the upper surface of the aforementioned layered product more broadly than the aforementioned layered product, and a laminating is carried out in contact with a part of bias layer of the aforementioned couple, and the conductive layer of the aforementioned couple adjoins the both sides of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, and the laminating may be carried out to the aforementioned bias layer. As for the antiferromagnetism layer of another side in this case, it is desirable that consider as a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape, and the inclination side in which it approaches towards the direction which separates from a substrate is prepared in the both sides, and, as for a conductive layer, it is desirable to be constituted so that this inclination side may be touched. Since the layered product in which the laminating of it is carried out to a bias layer while a conductive layer touches the antiferromagnetism layer of another side, and a bias layer contains a nonmagnetic conductive layer is adjoined, it becomes possible to give the detection current from a conductive layer to a nonmagnetic conductive layer, without minding the antiferromagnetism layer of large another side of specific resistance, and it becomes possible to enlarge variation of the magnetic reluctance by the external magnetic field, and to make high detection sensitivity of a spin bulb type thin film magnetic cell.

[0024] Moreover, the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is a spin bulb type thin film magnetic cell of a publication previously, and is characterized by preparing the interlayer who consists of Ta or Cr between the aforementioned bias layer and the aforementioned conductive layer and/or between the aforementioned bias layer and the antiferromagnetism layer of aforementioned another side. A bias magnetic field required for the formation of

a single magnetic domain of a free magnetic layer can be increased without magnetic coupling occurring between a bias layer and the antiferromagnetism layer of another side by preparing the interlayer who consists of non-magnetic material like Ta and Cr. Moreover, the thermal diffusion between the conductive layer which occurs with heat treatment (UV cure) by the manufacturing process of the inductive head which is a back process, and a bias layer can be prevented, and degradation of the magnetic properties of a bias layer can be prevented.

[0025] Furthermore, the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is a spin bulb type thin film magnetic cell of a publication previously, and is characterized by preparing the bias ground layer which consists of Cr between the aforementioned bias layer and the aforementioned layered product and between the aforementioned bias layer and the aforementioned substrate. By preparing the bias ground layer which consists of Cr which is a body centered cubic structure (bcc structure), the aforementioned bias layer grows epitaxially on a bias ground layer, and it becomes possible to arrange the easy axis of a bias layer in the predetermined direction, and the coercive force and the remanence ratio of a bias layer can become large, and can increase a bias magnetic field required for the formation of a single magnetic domain of a free magnetic layer.

[0026] the [ moreover, / into which the aforementioned free magnetic layer inserts a nonmagnetic interlayer and the aforementioned nonmagnetic interlayer ] -- the [ 1 free magnetic layer and ] -- from 2 free magnetic layer -- becoming -- the [ aforementioned ] -- the [ 1 free magnetic layer and / aforementioned ] -- 2 free magnetic layer joins together in antiferromagnetism mutually -- having -- the [ aforementioned ] -- the [ the magnetization direction of 1 free magnetic layer, and ] -- the magnetization direction of 2 free magnetic layer -- mutual -- anti- -- it may be supposed that it is As for the thickness of the 1st and the 2nd free magnetic layer, at this time, considering as slightly different thickness is desirable. the [ furthermore, / the 1st fixed magnetic layer which sandwiches nonmagnetic interlayer with the another aforementioned fixed magnetic layer and the nonmagnetic interlayer according to above, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer, and the aforementioned 1st fixed magnetic layer and the aforementioned 2nd fixed magnetic layer join together in antiferromagnetism mutually -- having -- the magnetization direction of the aforementioned 1st fixed magnetic layer, and the magnetization direction of the aforementioned 2nd fixed magnetic layer -- mutual -- anti- -- it may be supposed that it is parallel As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed

magnetic layer, at this time, considering as slightly different thickness is desirable.

[0027] When a free magnetic layer consists of the 1st and the 2nd free magnetic layer which were combined in antiferromagnetism through the nonmagnetic interlayer, it is magnetically combined by the switched connection magnetic field, and the 1st and the 2nd free magnetic layer will be in a ferrimagnetism state by it. this time, the [ for example, ], -- the thickness of 2 free magnetic layer -- the -- if it is size more slightly than 1 free magnetic layer -- the -- the magnetization direction of 2 free magnetic layer arranges in the fixed direction by magnetization of a bias layer -- having -- the -- the magnetization direction of 1 free magnetic layer -- the -- it considers as the opposite direction of the magnetization direction of 2 free magnetic layer the therefore, / 1st ] -- although the magnetic moment of 2 free magnetic layer will negate each other mutually -- the -- the thickness of 2 free magnetic layer -- the -- since the magnetization which is equivalent to the difference of this thickness since it considers as size from 1 free magnetic layer turns into magnetization of a free magnetic layer and this magnetization becomes small, the magnetization direction of a free magnetic layer is changed with sufficient sensitivity by change of an external magnetic field

[0028] Moreover, when a fixed magnetic layer consists of the 1st and the 2nd fixed magnetic layer which were combined in antiferromagnetism through the nonmagnetic interlayer, it is magnetically combined by the switched connection magnetic field, and the 1st and the 2nd fixed magnetic layer will be in a ferrimagnetism state by it. If the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layer is made to differ slightly at this time, even if the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layer negates each other mutually, the spontaneous magnetization of a fixed magnetic layer will remain slightly, this spontaneous magnetization will be further amplified by the switched connection magnetic field with an antiferromagnetism layer, and it will become possible to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly.

[0029] Moreover, a slider is equipped with a claim 1 or a spin bulb type thin film magnetic cell according to claim 13, and the thin film magnetic head of this invention is characterized by the bird clapper.

[0030] The manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention Carry out the laminating of one antiferromagnetism layer to a substrate, carry out the laminating of one fixed magnetic layer, one nonmagnetic

conductive layer, a free magnetic layer, the nonmagnetic conductive layer of another side, and the fixed magnetic layer of another side to one [ this ] antiferromagnetism layer one by one, and a laminating precursor is formed. Form the 1st lift-off resist on the aforementioned laminating precursor, and remove the aforementioned laminating precursor which is not covered by the aforementioned 1st lift-off resist, expose aforementioned one antiferromagnetism layer, and a layered product is formed. Carry out the laminating of the bias layer to aforementioned one [ which was exposed ] antiferromagnetism layer, and the upper surface is made into the almost same position as the upper surface of the aforementioned layered product. The aforementioned 1st lift-off resist is removed, the laminating of the antiferromagnetism layer of another side is carried out at least on a part of aforementioned bias layer and the aforementioned layered product, and it is characterized by forming the conductive layer of the couple which touches the antiferromagnetism layer of aforementioned another side.

[0031] Moreover, in the above-mentioned manufacturing method, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side, it is desirable to \*\*\*\*\* the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer of another side) by meanses, such as ion milling or a reverse spatter.

[0032] Since the laminating of the bias layer is carried out so that the upper surface of a bias layer may become the almost same position as the upper surface of a layered product and the laminating of the antiferromagnetism layer of another side is carried out on this in the above-mentioned manufacture method in case a bias layer is prepared in the both sides of a layered product

The cross-section configuration of a bias layer does not become what projected and sharpened like before, but it becomes possible to manufacture the spin bulb type thin film magnetic cell by which a free magnetic layer was not formed into many magnetic domains by the leakage magnetic field from a bias layer, and the free magnetic layer was formed into the single magnetic domain.

Moreover, since removal of the 1st lift-off resist is usually performed in atmospheric pressure, if impurities, such as oxygen in atmosphere, adhere to the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer of another side) and the laminating of the antiferromagnetism layer of another side is carried out as it is, the manifestation of a switched connection magnetic field will be checked by the influence of an impurity. Therefore, if the upper surface of the fixed magnetic layer of another side is \*\*\*\*\*ed before carrying out the laminating of the

antiferromagnetism layer of another side, an impurity will be removed and the manifestation of a switched connection magnetic field will be attained.

[0033] Moreover, in the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention, the laminating of the antiferromagnetism thin film may be carried out to the aforementioned laminating precursor, and the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side may be carried out on [ some / at least ] the aforementioned antiferromagnetism thin film and the aforementioned bias layer. As for the quality of the material of the antiferromagnetism layer of an antiferromagnetism thin film and another side, at this time, it is desirable that it is the same. Moreover, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side in this case, it is desirable to \*\*\*\*\* the upper surface of an antiferromagnetism thin film by meanses, such as a spatter.

[0034] In the above-mentioned manufacture method, in order to carry out the laminating of the antiferromagnetism thin film to a layered product (fixed magnetic layer of another side), impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces. Moreover, since an antiferromagnetism thin film will be substantially contained in the antiferromagnetism layer of another side by carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side to an antiferromagnetism thin film, and unifying these A switched connection magnetic field can be discovered in the interface of the fixed magnetic layer of another side, and an antiferromagnetism thin film, and the spin bulb type thin film magnetic cell equipped with the fixed magnetic layer to which the magnetization direction was firmly fixed by this switched connection magnetic field can be manufactured. Moreover, by \*\*\*\*\*ing the upper surface of a layered product (antiferromagnetism thin film) before the laminating of the antiferromagnetism layer of another side, impurities, such as oxygen, are removed and degradation of the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer of another side is prevented.

[0035] Furthermore, in the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention, after removing the aforementioned 1st lift-off resist, the laminating of the ferromagnetic thin film may be carried out to the aforementioned layered product at least, and the laminating of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side may be carried out on some / at least ] the aforementioned ferromagnetic thin film and the aforementioned bias layer. At this time, the fixed magnetic layer of another side

and the quality of the material of a ferromagnetic thin film which constitute the upper surface of a layered product have the same desirable thing. Moreover, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side also in this case, it is desirable to \*\*\*\*\* the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer of another side) by meanses, such as ion milling or a reverse spatter.

[0036] In the above-mentioned manufacture method, in order to carry out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side to a ferromagnetic thin film, impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces. Since will become easy to discover a switched connection magnetic field in the interface of a ferromagnetic thin film and the antiferromagnetism layer of another side, and the laminating of this ferromagnetic thin film will be carried out on the fixed magnetic layer of another side, these will unify and a ferromagnetic thin film will be substantially contained in the fixed magnetic layer of another side It enables the discovered switched connection magnetic field to fix firmly the magnetization direction of the fixed magnetic layer of another side. Moreover, by \*\*\*\*\*ing the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer of another side) before the laminating of a ferromagnetic thin film, impurities, such as oxygen, are removed, the fixed magnetic layer and ferromagnetic thin film of another side are unified substantially, and it becomes possible to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly.

[0037] Moreover, the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell a publication previously, it forms the 2nd lift-off resist on the antiferromagnetism layer of aforementioned another side, carries out the laminating of the conductive layer of the aforementioned couple to the antiferromagnetism layer of aforementioned another side which is not covered by the aforementioned 2nd lift-off resist, and is characterized by removing the aforementioned 2nd lift-off resist. As for the 2nd lift-off resist, it is desirable to form so that it may lap with a layered product here.

[0038] In the above-mentioned manufacture method, since the 2nd lift-off resist is removed after carrying out the laminating of the conductive layer, the laminating of the conductive layer can be carried out only to the portion in which the 2nd lift-off resist was not formed. If the 2nd lift-off resist is especially formed in the position which laps with a layered product, it will become possible to form a conductive layer so that it may be located in the both sides of a



layered product.

[0039] Furthermore, the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention Are the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell a publication previously, and the 3rd lift-off resist is formed on the aforementioned antiferromagnetism layer. The antiferromagnetism layer of aforementioned another side which is not covered by the aforementioned 3rd lift-off resist is removed, the laminating of the conductive layer of the aforementioned couple is carried out to the both sides of the antiferromagnetism layer of aforementioned another side which remained, and it is characterized by removing the aforementioned 3rd lift-off resist. As for the 3rd lift-off resist, it is desirable to form so that it may lap with a layered product here.

[0040] Since a part of antiferromagnetism layer of another side is removed using the 3rd lift-off resist, a bias layer is exposed in the above-mentioned manufacture method and the laminating of the conductive layer is carried out here A conductive layer is made to adjoin the both sides of the antiferromagnetism layer of another side, and it becomes possible to carry out a laminating on a bias layer moreover. The detection current from a conductive layer can be given to a nonmagnetic conductive layer, without specific resistance minding the antiferromagnetism layer of large another side, the variation of the magnetic reluctance by the external magnetic field becomes large, and detection sensitivity can manufacture a high spin bulb type thin film magnetic cell.

[0041]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained in detail with reference to a drawing.

(1st operation gestalt) The cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 1st operation gestalt of this invention is shown in drawing 1 and drawing 2 , and the thin film magnetic head which equipped drawing 3 and drawing 4 with the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention is shown.

[0042] The thin film magnetic head 150 shown in drawing 3 is constituted considering GMR head h1 and inductive head h2 with which 151d of end faces of a slider 151 and a slider 151 was equipped as a subject. A sign 155 shows the leading side which is the upstream of the move direction of the magnetic-recording medium of a slider 151, and a sign 156 shows a trailing side.

Rails 151a, 151a, and 151b are formed in the medium opposite side 152 of this

slider 151, and it is made into the air grooves 151c and 151c between each rails.

[0043] The lower shield layer 163 which consists of a magnetic alloy with which GMR head h1 was formed on 151d of end faces of a slider 151 as shown in drawing 4, The lower gap layer 164 by which the laminating was carried out to the lower shield layer 163, and the spin bulb type thin film magnetic cell 1 of this invention exposed from the medium opposite side 152, The wrap up gap layer 166 and the up gap layer 166 consist of wrap up shield layers 167 in the spin bulb type thin film magnetic cell 1 and the lower gap layer 164. The up shield layer 167 is considered as combination with the lower core layer of an inductive head h2.

[0044] The inductive head h2 consists of up core layers 178 which are joined to the wrap up insulating layer 177 and the gap layer 174 in the lower core layer (up shield layer) 167, the gap layer 174 by which the laminating was carried out to the lower core layer 167, a coil 176, and a coil 176, and are joined to the lower core layer 167 in a coil 176 side. The coil 176 is patternized so that it may become spiral superficially. Moreover, end face section 178b of the up core layer 178 is magnetically connected to the lower core layer 167 in a part for the simultaneously center section of a coil 176. Moreover, the laminating of the protective layer 179 which consists of an alumina etc. is carried out to the up core layer 178.

[0045] The spin bulb type thin film magnetic cell 1 of this invention is the so-called dual spin bulb type thin film magnetic cell by which the laminating of a nonmagnetic conductive layer, a fixed magnetic layer, and every one layer of the antiferromagnetism layers was carried out to the thickness direction both sides of a free magnetic layer. In the spin bulb type thin film magnetic cell 1 shown in drawing 1, the sign 50 shows the ground layer which consists of Ta (tantalum) by which the laminating was carried out on the substrate 19. On this ground layer 50, the laminating of the antiferromagnetism layer 60 (one antiferromagnetism layer) is carried out. Moreover, the layered product 10 is formed in this antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 10, the fixed magnetic layer 11, the nonmagnetic conductive layer 12, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 14, and the fixed magnetic layer 15 are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction (direction of the width of recording track) both sides of a layered product 10 are made into two inclination

sides 10a and 10a for the layered product 10. The inclination sides 10a and 10a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In addition, in drawing 1 and drawing 2, an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.

[0046] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 10. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 10. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 10b of a layered product 10, and the undersurface 17c forms the same field as undersurface 10c of a layered product 10. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 10a and 10a of a layered product 10. Moreover, on a layered product 10 and the bias layers 17 and 17, the laminating of the antiferromagnetism layer 61 (antiferromagnetism layer of another side) is carried out. The laminating of the antiferromagnetism layer 61 is carried out in contact with the fixed magnetic layer 15.

[0047] In addition, it is located in the hierarchy as a layered product 10 with same "bias layers 17 and 17, and " means that the laminating of the bias layers 17 and 17 and the layered product 10 is carried out to the almost same hierarchy to a Z direction on the basis of a substrate 19, and when bias layer thickness is thinner than the thickness of a layered product, it is contained here.

[0048] In addition, although it seems that the upper surfaces 17b and 17b of the bias layers 17 and 17 are located in a substrate 19 side rather than upper surface 10b of a layered product 10, and the inferior surfaces of tongue 17c and 17c of the bias layers 17 and 17 are separated and located from the substrate 19 in drawing 1 rather than inferior-surface-of-tongue 10c of a layered product 10.

This is because the bias ground layers 16 and 16 and interlayers 18 and 18 by whom the laminating was done to the upper and lower sides of the bias layers 17 and 17 are illustrated. The thickness of the actual bias ground layers 16 and 16 and interlayers 18 and 18 is about [ of the thickness of the bias layers 17 and 17 ] 1/5, and the thickness is very thin. An abbreviation same flat surface is constituted by the upper surfaces 10b, 17b, and 17b and the inferior surfaces of tongue 10c, 17c, and 17c of a layered product 10 and the bias layers 17 and 17,

respectively. Therefore, the laminating of the antiferromagnetism layer 61 will be carried out to an above-mentioned abbreviation coplanar through interlayers 18 and 18. Therefore, the bias layers 17 and 17 shown in drawing 1 do not become the configuration projected towards the illustration Z direction like the conventional spin bulb type thin film magnetic cell, although the part has run aground on the inclination sides 10a and 10a of a layered product 10.

[0049] Therefore, as shown in drawing 2, the magnetic flux (arrow E) from one bias layer 17 (bias layer of the right-hand side in drawing) passes the free magnetic layer 13, and goes into the bias layer 17 (bias layer on the left-hand side of illustration) of another side (arrow F), the magnetization direction of the free magnetic layer 13 is arranged in the illustration X1 direction (arrow G), and the free magnetic layer 13 is formed into a single magnetic domain by the bias magnetic field of these bias layers 17 and 17. Since the portion which has run aground to inclination side 10a of the bias layers 17 and 17 is not the projected configuration, the anti-magnetic field of the bias layers 17 and 17 is not impressed by the free magnetic layer 13, and the free magnetic layer 13 is not formed into many magnetic domains.

[0050] As for the antiferromagnetism layers 60 and 61, being formed with the PtMn alloy is desirable. Compared with a NiMn alloy, a FeMn alloy, etc. which are used as an antiferromagnetism layer from the former, it excels in corrosion resistance, and moreover, a PtMn alloy has high blocking temperature and its switched connection magnetic field is also large. Moreover, it replaces with a PtMn alloy and is X-Mn (however, X). one sort of elements chosen from from among Pd, Ru, Ir, Rh, and Os are shown The alloy shown by the formula, or X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from from among Pd, Ru, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.) It may be formed with the alloy shown by the formula.

[0051] Moreover, in the alloy shown by the formula of the aforementioned PtMn alloy and aforementioned X-Mn, it is desirable for Pt or X to be the range of 37 - 63 atom %. It is the range of 47 - 57 atom % more preferably. In the alloy shown by the formula of X'-Pt-Mn, it is desirable for X'+Pt to be the range of 37 - 63 atom % further again. It is the range of 47 - 57 atom % more preferably.

Furthermore, as an alloy shown by the formula of aforementioned X'-Pt-Mn, it is desirable for X' to be the range of 0.2 - 10 atom %. The alloy of the above-mentioned proper composition range can be used as antiferromagnetism layers 60 and 61, and the antiferromagnetism layers 60 and 61 which generate a

big switched connection magnetic field can be obtained by carrying out annealing processing of this. Especially, if it is a PtMn alloy, it has a switched connection magnetic field exceeding 800 (Oe), and the blocking temperature which loses a switched connection magnetic field can obtain 380 degrees C and the outstanding, very high antiferromagnetism layers 60 and 61.

[0052] Since the antiferromagnetism layers 60 and 61 are in contact with the fixed magnetic layers 11 and 15, respectively, a switched connection magnetic field (exchange-anisotropy magnetic field) is discovered in each interface of the antiferromagnetism layers 60 and 61 and the fixed magnetic layers 11 and 15, and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 11 and 15 is fixed in the direction of illustration Y. Therefore, the magnetization direction of the free magnetic layer 13 and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 11 and 15 serve as a crossing relation.

[0053] As for the fixed magnetic layers 11 and 15, it is desirable to consist of a thin film of a ferromagnetic, for example, to be formed with Co, a NiFe alloy, a CoNiFe alloy, a CoFe alloy, a CoNi alloy, etc. Moreover, the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 have the non-magnetic material represented by Cu, Cr, Au, Ag, etc. to a desirable bird clapper. As for the free magnetic layer 13, it is desirable to be formed with the same quality of the material as the fixed magnetic layers 11 and 15. In addition, although free magnetism 13 is used as the monolayer also in drawing 1, you may be the multilayer structure which comes to carry out the laminating of Co film and the NiFe alloy film. If it is in the huge magnetoresistance-effect developmental mechanics of the structure which sandwiches the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 by the fixed magnetic layers 11 and 15 and the free magnetic layer 13, possibility that factors other than spin dependence dispersion of conduction electron will arise is low, and it is possible to acquire the higher magnetoresistance effect rather than the direction constituted from the quality of the material of the same kind constitutes the fixed magnetic layers 11 and 15 and the free magnetic layer 13 from the quality of the material of a different kind. Moreover, the bias layers 17 and 17 have a Co-Pt alloy, a Co-Cr-Pt alloy, etc. to a desirable bird clapper.

[0054] The laminating of the protective layer 51 which consists of Ta etc. is carried out, and the laminating of the conductive layers 70 and 70 of the couple which becomes a protective layer 51 from Cr, Ta, Au, Cu, etc. is carried out to the antiferromagnetism layer 61. As for conductive layers 70 and 70, it is desirable that are arranged in the position which does not lap with a layered

product 10, and estrange mutually and a laminating is carried out. Thus, if a laminating is carried out so that the conductive layers 70 and 70 of a couple may be located in the both sides of a layered product 10, it will become possible to impress detection current to the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 certainly contained in a layered product 10.

[0055] Moreover, between the bias layers 17 and 17 and a substrate 19 and between the bias layers 17 and 17 and the layered product 10, the bias ground layer 16 which consists of Cr which is non-magnetic metal is formed. By forming the bias ground layer 16 which consists of Cr which is a body centered cubic structure (bcc structure), it can become possible for the bias layers 17 and 17 to grow epitaxially on the bias ground layer 16, and to arrange the easy axis of the bias layers 17 and 17 in the predetermined direction, the coercive force and the remanence ratio of the bias layers 17 and 17 can become large by this, and the bias magnetic field for forming the free magnetic layer 13 into a single magnetic domain can be increased.

[0056] Furthermore, between the bias layers 17 and 17 and the antiferromagnetism layer 61, the interlayer 18 who consists of Ta which is non-magnetic metal, or Cr is formed. By forming an interlayer 18, the bias magnetic field for magnetic coupling not arising between the bias layers 17 and 17 and the antiferromagnetism layer 61, and forming the free magnetic layer 13 into a single magnetic domain can be increased.

[0057] In this spin bulb type thin film magnetic cell 1, if the magnetization direction of the free magnetic layer 13 is changed by the leak magnetic field from record media, such as a hard disk, electric resistance will change by the relation with magnetization of the fixed magnetic layers 11 and 15 fixed in the direction of illustration Y, and the leak magnetic field from a record medium will be detected by the voltage change based on this electric resistance value change.

[0058] Next, the manufacture method of the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 1 is explained with reference to drawing 12 - drawing 19 .

First, as shown in drawing 12 , the laminating of the ground layer 50, the antiferromagnetism layer 60 (one antiferromagnetism layer), and the 10d of the laminating precursors is carried out one by one on a substrate 19. 10d of laminating precursors comes to carry out the laminating of the fixed magnetic layer 11, the nonmagnetic conductive layer 12, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 14, and the fixed magnetic layer 15 to order. Next,

as shown in drawing 13 , the 1st lift-off resist 80 is formed on 10d of laminating precursors. As for the 1st lift-off resist 80, it is desirable to form by meanses, such as the PEB (Post Expose Bake) method. Next, as shown in drawing 14 , the portion which is not covered by the 1st lift-off resist 80 is removed by the ion milling method (the physical ion-beam-etching method), the antiferromagnetism layer 60 is exposed, and the layered product 10 of the cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape possessing the inclination sides 10a and 10a is formed.

[0059] Next, as shown in drawing 15 , a laminating is carried out to the antiferromagnetism layer 60 and the inclination sides 10a and 10a on which the bias ground layer 16, the bias layer 17, and the interlayer 18 were exposed at the previous process, and the 1st lift-off resist 80 one by one. Here, adhesion layer 80a of the component of each class of the bias ground layer 16, the bias layer 17, and an interlayer 18 adheres to the circumference of the 1st lift-off resist 80. As for the bias layer 17, it is desirable to form so that the upper surface 17b may become the almost same position as upper surface 10b of a layered product 10 while the part runs aground to inclination side 10a. Moreover, as for these each class 16, 17, and 18, it is desirable to carry out a laminating by the sputtering method.

[0060] Next, make an etching reagent invade into the boundary portion which \*\*\*\* the whole to the etching reagent which can remove the 1st lift-off resist 80 and by which the 1st lift-off resist 80 and the layered product 10 are joined to it, and the 1st lift-off resist 80 and a layered product 10 are made to separate, and the 1st lift-off resist 80 is removed so that it may be shown drawing 16. Next, as shown in drawing 17 , the laminating of the antiferromagnetism layer 61 (antiferromagnetism layer of another side) and the protective layer 51 is carried out one by one on a layered product 10 and interlayers 18 and 18. In addition, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 61, it is necessary to \*\*\*\*\* upper surface 10b of a layered product 10 by meanses, such as ion milling or a reverse spatter, at least. In order that this may perform the removal process of the previous 1st lift-off resist 80 by etching processing in the exteriors, such as a sputtering system, substrate 19 grade is temporarily \*\* (ed) by atmospheric pressure atmosphere, and upper surface 10b of a layered product 10 (fixed magnetic layer 15) is polluted with impurities, such as oxygen in atmosphere, at this time. And it is because upper surface 10b of a layered product 10 (fixed magnetic layer 15) is \*\*\*\*\*ed and it is necessary by the interface of these layers to remove an

impurity even if it carries out the laminating of the antiferromagnetism layer 61 to the upper surface of this polluted fixed magnetic layer 15, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 61, since a switched connection magnetic field cannot be discovered.

[0061] Next, as shown in drawing 18, the 2nd lift-off resist 81 is formed on a protective layer 51, it reaches protective-layer 51 continuously and the laminating of the conductive layer 70 is carried out to the 2nd lift-off resist 81.

Here, adhesion layer 81a of the component of a conductive layer 70 adheres to the circumference of the 2nd lift-off resist 81. As for the 2nd lift-off resist 81, it is desirable to form in the position which laps with a layered product 10 at the point that a conductive layer 70 can be located in the both sides of a layered product 10. And as shown in drawing 19, the 2nd lift-off resist 81 is removed and the spin bulb type thin film magnetic cell 1 shown in drawing 1 is obtained.

[0062] In the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 1 Since the bias layers 17 and 17 are located in the same hierarchy as a layered product 10, the upper surface 17b and upper surface 10b of a layered product 10 are made into the almost same position, and the antiferromagnetism layer 61 covers this bias layers 17 and 17 and layered product 10 and the laminating is carried out

The portion which has run aground on the inclination sides 10a and 10a of the bias layers 17 and 17 does not project in an illustration Z direction from other portions. The anti-magnetic field of the bias layers 17 and 17 does not form the free magnetic layer 13 into many magnetic domains, generating of a Barkhausen noise is suppressed, and sensitivity of the spin bulb type thin film magnetic cell 1 can be made high.

[0063] Moreover, the antiferromagnetism layers 60 and 61 are a PtMn alloy or X-Mn (however, X). one sort of elements chosen from among Pd, Ru, Ir, Rh, and Os are shown The alloy shown by the formula, or X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Ru, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.) Since it is formed with the alloy shown by the formula, can obtain the antiferromagnetism layers 60 and 61 which generate a big switched connection magnetic field, and if it is especially a PtMn alloy It has a switched connection magnetic field exceeding 800 (Oe), and the blocking temperature which loses a switched connection magnetic field can obtain 380 degrees C and the outstanding, very high antiferromagnetism layers 60 and 61.

[0064] Moreover, it sets to the manufacture method of an above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell. Since the bias layers 17 and 17 are formed



so that the upper surfaces 17b and 17b may become the almost same position as upper surface 10b of a layered product 10. The portion which ran around on the inclination sides 10a and 10a of the bias layers 17 and 17 does not project from other portions. The spin bulb type thin film magnetic cell 1 by which the free magnetic layer 13 was formed into the single magnetic domain can be manufactured without impressing the anti-magnetic field from the bias layers 17 and 17 to the free magnetic layer 13.

[0065] Moreover, since the 2nd lift-off resist 81 is removed after forming the 2nd lift-off resist 81 in the position which does not lap with a layered product 10, and carrying out the laminating of the conductive layer 70 continuously, a conductive layer 70 can be formed so that it may be located in the both sides of a layered product 10.

[0066] (2nd operation gestalt) \*\* is shown for the cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 2nd operation gestalt of this invention in drawing 5. In addition, in drawing 5, the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0067] In the spin bulb type thin film magnetic cell 2 shown in drawing 5, while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 90 is formed on the antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 90, the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction both sides of a layered product 90 are made into two inclination sides 90a and 90a for the layered product 90. The inclination sides 90a and 90a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In addition, in drawing 5, an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.

[0068] the [ the 1st fixed magnetic layer 21 into which one fixed magnetic layer 24 inserts the nonmagnetic interlayer 22 and the nonmagnetic interlayer 22, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 23. As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23, considering as slightly different

thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 be size from the 1st fixed magnetic layer 21 in drawing 5 . Moreover, the 1st fixed magnetic layer 21 is in contact with the antiferromagnetism layer 60.

[0069] The magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 21 is fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, the 2nd fixed magnetic layer 23 is combined in [ as the 1st fixed magnetic layer 21 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed in the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 24 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 24 is fixed in the direction of illustration Y.

[0070] the [ moreover, / the 1st fixed magnetic layer 31 into which the fixed magnetic layer 34 of another side inserts the nonmagnetic interlayer 32 and the nonmagnetic interlayer 32, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 33 As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 be size from the 1st fixed magnetic layer 31 in drawing 5 . Moreover, the 2nd fixed magnetic layer 33 is in contact with the antiferromagnetism layer 61.

[0071] The magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layer 33 is fixed in the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 61, the 1st fixed magnetic layer 31 is combined in [ as the 2nd fixed magnetic layer 33 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 34 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is

further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 61, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 34 is fixed in the direction of illustration Y.

[0072] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 90. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 90. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 90b of a layered product 90, and the inferior-surface-of-tongue 17c forms the same field as inferior-surface-of-tongue 90c of a layered product 90. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 90a and 90a of a layered product 90. Moreover, on a layered product 90 and the bias layers 17 and 17, the laminating of the antiferromagnetism layer 61 (antiferromagnetism layer of another side) is carried out. The laminating of the antiferromagnetism layer 61 is carried out in contact with the fixed magnetic layer 34.

[0073] the [ the above-mentioned 1st fixed magnetic layers 21 and 31 and ] -- the 2 fixed magnetic layers 23 and 33 have Co, a NiFe alloy, a CoFe alloy or a CoNiFe alloy, a CoNi alloy, etc. to a desirable bird clapper Moreover, the above-mentioned nonmagnetic interlayers 22 and 32 have one sort or two sorts or more of alloys to a desirable bird clapper among Ru, Rh, Os, Ir, Cr, Re, and Cu.

Moreover, the nonmagnetic conductive layers 25 and 30 consist of the same quality of the material as the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 shown in drawing 1.

[0074] The above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 2 is manufactured like the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above except the laminating of the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 being carried out, and a laminating precursor being formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0075] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 2. Namely, it sets to the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 2. It consists of 2 fixed magnetic layers 23 and 33, respectively. the fixed magnetic layers 24 and 34 -- the [ the nonmagnetic interlayers 22 and 32, the 1st fixed magnetic layers 21 and 31, and ] -- Since the magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layers 23 and

33 is fixed in the direction of illustration Y and the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layers 21 and 31 is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21, 31, 23, and 33 has the relation negated mutually. The thickness of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is slightly large, and as a result in which the spontaneous magnetization of the fixed magnetic layer 24 and 34 the very thing remains slightly is brought. As for this spontaneous magnetization, it is amplified further, and a switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layers 60 and 61 is firmly fixed in the direction of illustration Y, and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 24 and 34 can raise the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 2 by it.

[0076] (3rd operation gestalt) \*\* is shown for the cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 3rd operation gestalt of this invention in drawing 6. In addition, in drawing 6, the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0077] In the spin bulb type thin film magnetic cell 3 shown in drawing 6, while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 20 is formed on the antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 20, the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 29, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction both sides of a layered product 20 are made into two inclination sides 20a and 20a for the layered product 20. The inclination sides 20a and 20a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In addition, in drawing 6, an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.

[0078] the [ the 1st fixed magnetic layer 21 into which one fixed magnetic layer 24 inserts the nonmagnetic interlayer 22 and the nonmagnetic interlayer 22, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 23. As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23, considering as slightly different

thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 be size from the 1st fixed magnetic layer 21 in drawing 6 . Moreover, the 1st fixed magnetic layer 21 is in contact with the antiferromagnetism layer 60.

[0079] The magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 21 is fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, the 2nd fixed magnetic layer 23 is combined in [ as the 1st fixed magnetic layer 21 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed in the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 24 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 24 is fixed in the direction of illustration Y.

[0080] the [ moreover, / the 1st fixed magnetic layer 31 into which the fixed magnetic layer 34 of another side inserts the nonmagnetic interlayer 32 and the nonmagnetic interlayer 32, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 33 As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 be size from the 1st fixed magnetic layer 31 in drawing 6 . Moreover, the 2nd fixed magnetic layer 33 is in contact with the antiferromagnetism layer 61.

[0081] The magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layer 33 is fixed in the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 61, the 1st fixed magnetic layer 31 is combined in [ as the 2nd fixed magnetic layer 33 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 34 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is

further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 61, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 34 is fixed in the direction of illustration Y.

[0082] the [ into which the free magnetic layer 29 inserts the nonmagnetic interlayer 27 and the nonmagnetic interlayer 27 ] -- the [ the 1 free magnetic layer 26 and ] -- it consists of a 2 free magnetic layer 28 Moreover, as for the thickness of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd free magnetic layer 28 be size from the 1st free magnetic layer 26 in drawing 6 .

[0083] It is mutually combined magnetically by the switched connection magnetic field, and the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will be in a ferrimagnetism state by it. the [ namely, ] -- the magnetization direction of the 2 free magnetic layer 28 is arranged in the illustration X1 direction by the bias magnetic field of the hard bias layers 17 and 17 -- having -- the -- the 1 free magnetic layer 26 -- the -- it combines with the 2 free magnetic layer 28 in anti-\*\*\*\*, and the magnetization direction is arranged with the opposite direction of illustration X1 direction Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd free magnetic layer has the relation negated mutually Since thickness of the 2nd free magnetic layer 28 is made into size from the 1st free magnetic layer 26

Since the magnetization equivalent to the difference of this thickness turns into magnetization of the free magnetic layer 29 whole, and the magnetization direction of the free magnetic layer 29 is arranged in the illustration X1 direction and the size of this magnetization becomes small, the magnetization direction of the free magnetic layer 29 is changed with sufficient sensitivity by change of an external magnetic field.

[0084] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 20. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 20. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 20b of a layered product 20, and the inferior-surface-of-tongue 17c forms the same field as inferior-surface-of-tongue 20c of a layered product 20. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 20a and 20a of a layered product 20. Moreover, on a layered product 20 and the bias layers 17 and

17, the laminating of the antiferromagnetism layer 61 (antiferromagnetism layer of another side) is carried out. The laminating of the antiferromagnetism layer 61 is carried out in contact with the fixed magnetic layer 34.

[0085] the [ the above-mentioned 1st fixed magnetic layers 21 and 31 and ] -- the 2 fixed magnetic layers 23 and 33 have Co, a NiFe alloy, a CoFe alloy or a CoNiFe alloy, a CoNi alloy, etc. to a desirable bird clapper. Moreover, it reaches 1st free magnetic layer 26, and a bird clapper is desirable also about the 2nd free magnetic layer 28 from Co, a NiFe alloy, a CoFe alloy or a CoNiFe alloy, a CoNi alloy, etc. Moreover, the above-mentioned nonmagnetic interlayers 22, 27, and 32 have one sort or two sorts or more of alloys to a desirable bird clapper among Ru, Rh, Os, Ir, Cr, Re, and Cu. Moreover, the nonmagnetic conductive layers 25 and 30 consist of the same quality of the material as the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 shown in drawing 1 .

[0086] The above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 3 is manufactured like the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above except the laminating of the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 29, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 being carried out, and a laminating precursor being formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0087] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 3. Namely, it sets to the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 3. It consists of 2 fixed magnetic layers 23 and 33, respectively. the fixed magnetic layers 24 and 34 -- the [ the nonmagnetic interlayers 22 and 32, the 1st fixed magnetic layers 21 and 31, and ] -- Since the magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is fixed in the direction of illustration Y and the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layers 21 and 31 is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21, 31, 23, and 33 has the relation negated mutually. The thickness of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is slightly large, and a result in which the spontaneous magnetization of the fixed magnetic layer 24 and 34 the very thing remains slightly is brought. As for this spontaneous magnetization, it is amplified further, and a switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layers 60 and 61 is firmly fixed in the direction of illustration Y, and the magnetization direction of the fixed magnetic

layers 24 and 34 can raise the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 3 by it.

[0088] Moreover, although it will be combined in antiferromagnetism, the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will be in a ferrimagnetism state and the magnetic moment of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will negate each other mutually. Since the magnetization equivalent to the difference of the thickness of the 1st free magnetic layer 26 and the 2nd free magnetic layer 28 turns into magnetization of the free magnetic layer 29 whole and this magnetization becomes small. The magnetization direction of the free magnetic layer 29 can be fluctuated with sufficient sensitivity to change of an external magnetic field, and the sensitivity of the spin bulb type thin film magnetic cell 3 can be raised.

[0089] (4th operation gestalt) \*\* is shown for the cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 4th operation gestalt of this invention in drawing 7. In addition, in drawing 7, the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0090] In the spin bulb type thin film magnetic cell 4 shown in drawing 7, while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 40 is formed on the antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 40, the fixed magnetic layer 41, the nonmagnetic conductive layer 42, the free magnetic layer 43, the nonmagnetic conductive layer 44, the fixed magnetic layer 45, and the antiferromagnetism thin film 46 are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction both sides of a layered product 40 are made into two inclination sides 40a and 40a for the layered product 40. The inclination sides 40a and 40a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In contact with the antiferromagnetism layer 60, the laminating of the fixed magnetic layer 41 is carried out, a switched connection magnetic field is discovered in the interface of these layers, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 41 is fixed in the direction of illustration Y. In addition, in drawing 7, an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.



[0091] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 40. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 40. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 40b of a layered product 40, and the inferior-surface-of-tongue 17c forms the same field as inferior-surface-of-tongue 40c of a layered product 40. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 40a and 40a of a layered product 40. Moreover, on a layered product 40 and the bias layers 17 and 17, the laminating of the antiferromagnetism layer 61 (antiferromagnetism layer of another side) is carried out. The laminating of the antiferromagnetism layer 61 is carried out in contact with the antiferromagnetism thin film 46. The antiferromagnetism thin film 46 and the antiferromagnetism layer 61 have the alloy which consists of the same composition to a desirable bird clapper.

[0092] By carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 61 in contact with the antiferromagnetism thin film 46, the antiferromagnetism layer 61 and the antiferromagnetism thin film 46 unify, by carrying out annealing processing of these antiferromagnetism layer 61 and the antiferromagnetism thin film 46 simultaneously, a switched connection magnetic field is discovered in the interface of the antiferromagnetism thin film 46 and the fixed magnetic layer 45, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 45 is fixed in the direction of illustration Y.

[0093] As mentioned above, the antiferromagnetism thin film 46 has the alloy of the same composition as the antiferromagnetism layer 61 to a desirable bird clapper, and being formed with the PtMn alloy is desirable. Compared with a NiMn alloy, a FeMn alloy, etc. which are used as an antiferromagnetism layer from the former, it excels in corrosion resistance, and moreover, a PtMn alloy has high blocking temperature and its switched connection magnetic field is also large.

Moreover, it replaces with a PtMn alloy and is X-Mn (however, X). one sort of elements chosen from among Pd, Ru, Ir, Rh, and Os are shown The alloy shown by the formula, or X'-Pt-Mn (however, X' shows one sort or two sorts or more of elements chosen from among Pd, Ru, Ir, Rh, Os, Au, and Ag.) It may be formed with the alloy shown by the formula.

[0094] Moreover, in the alloy shown by the formula of the aforementioned PtMn alloy and aforementioned X-Mn, it is desirable for Pt or X to be the range of 37 - 63 atom %. It is the range of 47 - 57 atom % more preferably. In the alloy

shown by the formula of  $X'-Pt-Mn$ , it is desirable for  $X'+Pt$  to be the range of 37 - 63 atom % further again. It is the range of 47 - 57 atom % more preferably.

Furthermore, as an alloy shown by the formula of aforementioned  $X'-Pt-Mn$ , it is desirable for  $X'$  to be the range of 0.2 - 10 atom %. As an antiferromagnetism thin film 46, the alloy of the above-mentioned proper composition range can be used, and the alloy of the same composition as the antiferromagnetism thin film 46 can be used also for the antiferromagnetism layer 61, and a big switched connection magnetic field can be made to discover by carrying out annealing processing of these. If it is especially a PtMn alloy, the switched connection magnetic field exceeding 800 (Oe) can be discovered, blocking temperature which loses a switched connection magnetic field can be extremely made into 380 degrees C at an elevated temperature, and the thermal stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 4 can be raised.

[0095] In addition, the fixed magnetic layers 41 and 45, the free magnetic layer 43, and the nonmagnetic conductive layers 42 and 44 consist of the quality of the material equivalent to the fixed magnetic layers 11 and 15 shown in drawing 1, the free magnetic layer 13, and the nonmagnetic conductive layers 12 and 14.

[0096] the manufacture method simultaneously of the spin bulb type thin film magnetic cell 1 which explained previously the manufacture method of the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 4 -- the time of forming a laminating precursor, although it is the same -- a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, a free magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, and a fixed magnetic layer -- in addition, it differs from the case where the point which carries out the laminating also of the antiferromagnetism thin film is the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 1. The manufacturing process after this is almost the same as drawing 13 - drawing 19, forms the 1st lift-off resist on a laminating precursor, it removes the portion which is not covered by the 1st lift-off resist by the ion milling method, exposes one antiferromagnetism layer, and forms a layered product. Next, a laminating is carried out to an antiferromagnetism layer, the inclination side, and the 1st lift-off resist one by one, and while the bias ground layer, the bias layer, and the interlayer were exposed removes the 1st lift-off resist.

[0097] Next, the laminating of the antiferromagnetism layer and protective layer of another side is carried out to a layered product and an interlayer. In addition, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another

side, it is necessary to \*\*\*\*\* the upper surface of a layered product (antiferromagnetism thin film) by meanses, such as sputtering. In order that this may perform the removal process of the previous 1st lift-off resist in the exteriors, such as a sputtering system Since a substrate etc. is temporarily \*\* (ed) by atmospheric pressure atmosphere and the upper surface of a layered product (antiferromagnetism thin film) is polluted with impurities, such as oxygen in atmosphere, at this time, Even if it carries out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side on this polluted antiferromagnetism thin film It is because the upper surface of a layered product (antiferromagnetism thin film) is \*\*\*\*\*ed and it is necessary to remove an impurity, since it becomes impossible to make sufficient switched connection magnetic field which is sufficient for being unable to make these antiferromagnetism thin film and an antiferromagnetism layer unify, but fixing the magnetization direction of a fixed magnetic layer discover.

[0098] Next, the spin bulb type thin film magnetic cell 4 shown in drawing 7 is obtained by forming the 2nd lift-off resist on a protective layer, carrying out the laminating of the conductive layer, and finally removing the 2nd lift-off resist.

[0099] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 4. Namely, it sets to the spin bulb type thin film magnetic cell 4. Since the laminating of the fixed magnetic layer 45 and the antiferromagnetism thin film 46 is carried out simultaneously, if an impurity etc. does not mix in the interface of the fixed magnetic layer 45 and the antiferromagnetism thin film 46 and this antiferromagnetism thin film 46 and the antiferromagnetism layer 61 unify In the interface of the fixed magnetic layer 45 and antiferromagnetism thin film 46a, a big switched connection magnetic field can be easily discovered, and can fix the magnetization direction of the fixed magnetic layer 45 in the direction of illustration Y firmly.

[0100] Moreover, in the above-mentioned manufacture method, in order to form simultaneously the fixed magnetic layer 45 and the antiferromagnetism thin film 46, impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces. Moreover, by carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 61 to the antiferromagnetism thin film 46, and unifying these The antiferromagnetism thin film 46 will be substantially contained in the antiferromagnetism layer 61, and the spin bulb type thin film magnetic cell 4 to which it becomes easy to discover a switched connection magnetic field in the interface of the fixed magnetic layer

45 and the antiferromagnetism thin film 46, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 45 was fixed firmly can be manufactured.

[0101] (5th operation form) The cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 5th operation form of this invention is shown in drawing 8. In addition, in drawing 8, the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0102] In the spin bulb type thin film magnetic cell 5 shown in drawing 8, while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 10 is formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0103] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 10. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 10. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 10b of a layered product 10, and the inferior surfaces of tongue 17c and 17c form the same field as inferior-surface-of-tongue 10c of a layered product 10. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 10a and 10a of a layered product 10.

[0104] The laminating of the interlayers 18 and 18 is carried out to the bias layers 17 and 17, and the laminating of the ferromagnetic thin film 47 is carried out to upper surface 10b of a layered product 10 with interlayers 18 and 18. The laminating of the antiferromagnetism layer 61 and the protective layer 51 is carried out to the ferromagnetic thin film 47. Moreover, the laminating of the conductive layers 70 and 70 of a couple is carried out to the protective layer 51.

[0105] By carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 61 in contact with a ferromagnetic thin film 47, a switched connection magnetic field is discovered in the interface of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61. Since the laminating of this ferromagnetic thin film 47 is carried out to the fixed magnetic layer 15, the switched connection magnetic field discovered in the interface of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61 is impressed to the fixed magnetic layer 15, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 15 is fixed in the direction of illustration Y. A ferromagnetic thin film 47 has the same quality of the material

as the fixed magnetic layer 15 to a desirable bird clapper, for example, Co which is a ferromagnetic, a NiFe alloy, a CoNiFe alloy, a CoFe alloy, a CoNi alloy, etc. to its bird clapper is desirable.

[0106] the manufacture method simultaneously of the spin bulb type thin film magnetic cell 1 which explained previously the manufacture method of the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 5 -- although it is the same, after carrying out the laminating of the ferromagnetic thin film on a layered product and a bias layer, it differs from the case where the point which carries out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side is the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 1

[0107] Points other than the above are almost the same as the manufacture method shown in drawing 13 - drawing 19, form a laminating precursor on a substrate, form the 1st lift-off resist on a laminating precursor, they remove the portion which is not covered by the 1st lift-off resist by the ion milling method, expose one antiferromagnetism layer, and form a layered product. Next, the laminating of a bias ground layer, a bias layer, and the interlayer is carried out to the antiferromagnetism layer and the 1st lift-off resist which were exposed one by one, and the 1st lift-off resist is removed.

[0108] Next, the laminating of a ferromagnetic thin film, the antiferromagnetism layer of another side, and the protective layer is carried out to a layered product and an interlayer. In addition, before carrying out the laminating of the ferromagnetic thin film, it is necessary to \*\*\*\*\* the upper surface of a layered product by meanses, such as ion milling or a reverse spatter. In order that this may perform the removal process of the previous 1st lift-off resist in the exteriors, such as a sputtering system Since a substrate etc. is temporarily \*\* (ed) by atmospheric pressure atmosphere and the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer) is polluted with impurities, such as oxygen in atmosphere, at this time It is because it becomes possible to remove an impurity, to unify a fixed magnetic layer and a ferromagnetic thin film substantially, and to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly by \*\*\*\*\*ing the upper surface of a layered product (fixed magnetic layer).

[0109] Next, the spin bulb type thin film magnetic cell 5 shown in drawing 8 is obtained by forming the 2nd lift-off resist on a protective layer, carrying out the laminating of the conductive layer, and finally removing the 2nd lift-off resist.

[0110] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell

1 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 5. Namely, it sets to the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 5. Since an impurity etc. did not mix in the interface of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61 since the laminating of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61 was carried out simultaneously, and this ferromagnetic thin film 47 is further in contact with the fixed magnetic layer 15 The switched connection magnetic field discovered in the interface of the antiferromagnetism layer 61 and a ferromagnetic thin film 47 is impressed to the fixed magnetic layer 15, and can fix the magnetization direction of the fixed magnetic layer 15 in the direction of illustration Y.

[0111] Moreover, in the above-mentioned manufacture method, in order to carry out the laminating of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61 simultaneously, impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces. Become easy to discover a switched connection magnetic field in the interface of a ferromagnetic thin film 47 and the antiferromagnetism layer 61. Moreover, since the laminating of this ferromagnetic thin film 47 will be carried out on the fixed magnetic layer 15, these will unify and a ferromagnetic thin film 47 will be substantially contained in the fixed magnetic layer 15, the magnetization direction of the fixed magnetic layer 15 can manufacture the spin bulb type thin film magnetic cell 5 fixed firmly.

[0112] (6th operation form) The cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 6th operation form of this invention is shown in drawing 9 . In addition, in drawing 9 , the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0113] In the spin bulb type thin film magnetic cell 6 shown in drawing 9 , while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 10 is formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0114] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 10. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layers 16 and 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 10. Moreover, the upper surfaces 17b and 17b form the same field as upper surface 10b of a layered

product 10, and the undersurfaces 17c and 17c form the same field as undersurface 10c of a layered product 10. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 10a and 10a of a layered product 10.

[0115] The laminating of the interlayers 18 and 18 is carried out to the bias layers 17 and 17, and the laminating of the antiferromagnetism layer 62 is carried out to upper surface 10b of some interlayers 18 and 18 and a layered product 10. The antiferromagnetism layer 62 is formed in a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape like a layered product 10, and the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62 are made into two inclination sides 62a and 62a. The inclination sides 62a and 62a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. The antiferromagnetism layer 62 is formed so that the length of the illustration X1 direction may turn into the almost same length as a layered product 10. This antiferromagnetism layer 62 consists of the same quality of the material as the antiferromagnetism layer 61 in drawing 1. The laminating of the antiferromagnetism layer 62 is carried out in contact with the fixed magnetic layer 15, a switched connection magnetic field discovers it in the interface of these layers 62 and 15, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 15 is fixed in the direction of illustration Y by this switched connection magnetic field. Moreover, the laminating of the protective layer 52 which consists of Ta is carried out to the antiferromagnetism layer 62.

[0116] The conductive layers 71 and 71 of a couple are arranged at the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62. These conductive layers 71 and 71 are formed in contact with the inclination sides 62a and 62a of the antiferromagnetism layer 62 while a laminating is carried out on the bias layers 17 and 17 through interlayers 18 and 18.

[0117] Next, the manufacture method of the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 6 is explained with reference to drawing 12 - drawing 16 and drawing 20 - drawing 23. In addition, since explanation of drawing 12 here - drawing 16 is completely the same as explanation of drawing 12 in the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above - drawing 16, only drawing 20 - drawing 23 are explained here.

[0118] The last process of the process shown in drawing 20 is as having been shown in drawing 16, and if easy, if drawing 16 is again explained in order to close explanation of drawing 20, drawing 16 shows the state after carrying out

the laminating of the bias ground layer 16, the bias layer 17, and the interlayer 18 to the both sides of a layered product 10 one by one and removing the 1st lift-off resist 80. Then, in drawing 20, the laminating of the antiferromagnetism layer 62 and the protective layer 52 is carried out to a layered product 10 and interlayers 18 and 18. In addition, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 62, it is necessary to \*\*\*\*\* upper surface 10b of a layered product 10 by meanses, such as ion milling or a reverse spatter. In order that this may perform the removal process of the previous 1st lift-off resist 80 in the exteriors, such as a sputtering system Since substrate 19 grade is temporarily \*\* (ed) by atmospheric pressure atmosphere and upper surface 10b of a layered product 10 (fixed magnetic layer 15) is polluted with impurities, such as oxygen in atmosphere, at this time, It is because upper surface 10b of a layered product 10 (fixed magnetic layer 15) is \*\*\*\*\*ed and it is necessary by the interface of these layers to remove an impurity even if it carries out the laminating of the antiferromagnetism layer 62 to the upper surface of this polluted fixed magnetic layer 15, before carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 62, since a switched connection magnetic field cannot be discovered.

[0119] Next, as shown in drawing 21, the 3rd lift-off resist 82 is formed on a protective layer 52, the portion which is not covered by the 3rd lift-off resist 82 is removed by the ion milling method (the physical ion-beam-etching method), interlayers 18 and 18 are exposed, and the antiferromagnetism layer 62 and a protective layer 52 are processed into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape. At this time, the inclination sides 62a and 62a are formed in the antiferromagnetism layer 62. It is desirable to form the 3rd lift-off resist 82 in the position which laps with a layered product 10 at the point that only the antiferromagnetism layer 62 of the portion which touches a layered product 10 can be made to remain.

[0120] next, it is shown in drawing 22 -- as -- the [ interlayers 18 and 18, the inclination sides 62a and 62a, and ] -- the laminating of the conductive layer 71 is carried out to 3 lift-off resist 82 While an interlayer 18 and the conductive layer 71 by which the laminating was carried out on 18 touch the inclination sides 62a and 62a, the laminating of it is run aground and carried out on it.

Adhesion layer 82a of the component of a conductive layer 71 adheres to the 3rd lift-off resist 82. And finally, as shown in drawing 23, the 3rd lift-off resist 82 is removed and the spin bulb type thin film magnetic cell 6 shown in drawing 9



is obtained.

[0121] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 1 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 6. Namely, it sets to the spin bulb type thin film magnetic cell 6. While the laminating of the conductive layers 71 and 71 is carried out on the bias layer 17 and 17 through interlayers 18 and 18 Since it is in contact with the inclination side-attachment-wall sides 62a and 62a of the antiferromagnetism layer 62, conductive layers 71 and 71 and the bias layers 17 and 17 will adjoin through interlayers 17 and 17. Since these bias layers 17 and 17 adjoin the layered product 10 containing the nonmagnetic conductive layers 12 and 14 It can become possible to give the detection current from conductive layers 71 and 71 to the nonmagnetic conductive layers 12 and 14, without minding the large antiferromagnetism layer 62 of specific resistance, variation of the magnetic reluctance by the external magnetic field can be enlarged, and detection sensitivity of the spin bulb type thin film magnetic cell 6 can be made high. Moreover, since interlayers 18 and 18 are formed between the bias layers 17 and 17 and conductive layers 71 and 71, the thermal diffusion between the conductive layer 71 which occurs with heat treatment (UV cure) by the manufacturing process of the inductive head which is a back process, and the bias layer 17 can be prevented, and degradation of the magnetic properties of the bias layer 17 can be prevented.

[0122] Moreover, it sets to the manufacture method of the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 6. Since the conductive layers 71 and 71 by which the antiferromagnetism layer 62 of the portion which laps with a layered product 10 was made to remain, adjoined the both sides of this antiferromagnetism layer 62, and the laminating was moreover carried out on the bias layer 17 and 17 are formed The detection current from conductive layers 71 and 71 can be given to the nonmagnetic conductive layers 12 and 14, without specific resistance minding the large antiferromagnetism layer 62, the variation of the magnetic reluctance by the external magnetic field becomes large, and detection sensitivity can manufacture the high spin bulb type thin film magnetic cell 6.

[0123] (7th operation gestalt) The cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 7th operation gestalt of this invention is shown in drawing 10. In addition, in drawing 10, the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1, drawing 6, and drawing 9

which were mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0124] In the spin bulb type thin film magnetic cell 7 shown in drawing 10, while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 90 is formed on the antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 90, one fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 of another side are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction both sides of a layered product 90 are made into two inclination sides 90a and 90a for the layered product 90. The inclination sides 90a and 90a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In addition, in drawing 10, an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.

[0125] the [ the 1st fixed magnetic layer 21 into which one fixed magnetic layer 24 inserts the nonmagnetic interlayer 22 and the nonmagnetic interlayer 22, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 23 As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 be size from the 1st fixed magnetic layer 21 in drawing 10. Moreover, the 1st fixed magnetic layer 21 is in contact with the antiferromagnetism layer 60.

[0126] The magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 21 is fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, the 2nd fixed magnetic layer 23 is combined in [ as the 1st fixed magnetic layer 21 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed in the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 24 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection

magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 24 is fixed in the direction of illustration Y. [0127] the [ moreover, / the 1st fixed magnetic layer 31 into which the fixed magnetic layer 34 of another side inserts the nonmagnetic interlayer 32 and the nonmagnetic interlayer 32, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 33 As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 be size from the 1st fixed magnetic layer 31 in drawing 10 . Moreover, the 2nd fixed magnetic layer 33 is in contact with the antiferromagnetism layer 62.

[0128] The magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layer 33 is fixed in the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 62, the 1st fixed magnetic layer 31 is combined in [ as the 2nd fixed magnetic layer 33 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 34 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 62, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 34 is fixed in the direction of illustration Y.

[0129] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 90. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layer 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 90. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 90b of a layered product 90, and the inferior-surface-of-tongue 17c forms the same field as inferior-surface-of-tongue 90c of a layered product 90. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 90a and 90a of a layered product 90.

[0130] The laminating of the interlayers 18 and 18 is carried out to the bias layers 17 and 17, and the laminating of the antiferromagnetism layer 62 is carried out to upper surface 90b of some interlayers 18 and 18 and a layered

product 90. The antiferromagnetism layer 62 is formed in a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape like a layered product 90, and the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62 are made into two inclination sides 62a and 62a. The inclination sides 62a and 62a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. The antiferromagnetism layer 62 is formed so that the length of the illustration X1 direction may turn into the almost same length as a layered product 90. Moreover, the laminating of the protective layer 52 is carried out to the antiferromagnetism layer 62.

[0131] The conductive layers 71 and 71 of a couple are arranged at the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62. These conductive layers 71 and 71 are formed in contact with the inclination sides 62a and 62a of the antiferromagnetism layer 62 while a laminating is carried out on the bias layers 17 and 17 through interlayers 18 and 18.

[0132] The above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 7 is manufactured like the spin bulb type thin film magnetic cell 6 mentioned above except the laminating of the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 13, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 being carried out, and a laminating precursor being formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0133] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 6 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 7. Namely, it sets to the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 7. It consists of 2 fixed magnetic layers 23 and 33, respectively. the fixed magnetic layers 24 and 34 -- the [ the nonmagnetic interlayers 22 and 32, the 1st fixed magnetic layers 21 and 31, and ] -- Since the magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is fixed in the direction of illustration Y and the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layers 21 and 31 is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21, 23, 31, and 33 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is slightly large, and a result in which the spontaneous magnetization of the fixed magnetic layer 24 and 34 the very thing remains slightly is brought. As for this spontaneous magnetization, it is amplified further, and a switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layers 60 and 62 is firmly fixed in the

direction of illustration Y, and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 24 and 34 can raise the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 7 by it.

[0134] (Operation gestalt of the octavus) The cross section of the spin bulb type thin film magnetic cell which is the operation gestalt of the octavus of this invention is shown in drawing 11 . In addition, in drawing 11 , the same sign is given to the same component as the component shown in drawing 1 , drawing 6 , and drawing 9 which were mentioned above, and the component concerned is explained simple, or the explanation is omitted.

[0135] In the spin bulb type thin film magnetic cell 8 shown in drawing 11 , while the laminating of the ground layer 50 and the antiferromagnetism layer 60 is carried out to a substrate 19, the layered product 20 is formed on the antiferromagnetism layer 60. As for this layered product 20, one fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 29, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 of another side are made into a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape by coming to carry out a laminating one by one, and the illustration X1 direction both sides of a layered product 20 are made into two inclination sides 20a and 20a for the layered product 20. The inclination sides 20a and 20a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. In addition, in drawing 11 , an illustration Z direction shows the move direction of a magnetic-recording medium, and the direction of illustration Y shows the direction of the leak magnetic field from a magnetic-recording medium.

[0136] the [ the 1st fixed magnetic layer 21 into which one fixed magnetic layer 24 inserts the nonmagnetic interlayer 22 and the nonmagnetic interlayer 22, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 23 As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 be size from the 1st fixed magnetic layer 21 in drawing 11 . Moreover, the 1st fixed magnetic layer 21 is in contact with the antiferromagnetism layer 60.

[0137] The magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 21 is fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, the 2nd fixed magnetic layer 23 is combined in [ as the 1st fixed magnetic layer 21 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed in the

direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21 and 23 has the relation negated mutually. The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 23 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 24 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 60, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 24 is fixed in the direction of illustration Y.

[0138] the [ moreover, / the 1st fixed magnetic layer 31 into which the fixed magnetic layer 34 of another side inserts the nonmagnetic interlayer 32 and the nonmagnetic interlayer 32, and ] -- it consists of a 2 fixed magnetic layer 33. As for the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 be size from the 1st fixed magnetic layer 31 in drawing 11. Moreover, the 2nd fixed magnetic layer 33 is in contact with the antiferromagnetism layer 62.

[0139] The magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layer 33 is fixed in the direction of illustration Y by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 62, the 1st fixed magnetic layer 31 is combined in [ as the 2nd fixed magnetic layer 33 ] antiferromagnetism, and the magnetization direction is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y. Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 31 and 33 has the relation negated mutually. The thickness of the 2nd fixed magnetic layer 33 brings a result in which the spontaneous magnetization of fixed magnetic layer 34 the very thing remains slightly since it is slightly large, this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layer 62, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 34 is fixed in the direction of illustration Y.

[0140] the [ into which the free magnetic layer 29 inserts the nonmagnetic interlayer 27 and the nonmagnetic interlayer 27 ] -- the [ the 1 free magnetic layer 26 and ] -- it consists of a 2 free magnetic layer 28. Moreover, as for the thickness of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28, considering as slightly different thickness is desirable, and let thickness of the 2nd free

magnetic layer 28 be size from the 1st free magnetic layer 26 in drawing 11 .

[0141] It is mutually combined magnetically by the switched connection magnetic field, and the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will be in a ferrimagnetism state by it. the [ namely, ] -- the magnetization direction of the 2 free magnetic layer 28 is arranged in the illustration X1 direction by magnetization of the hard bias layers 17 and 17 -- having -- the -- the 1 free magnetic layer 26 -- the -- it combines with the 2 free magnetic layer 28 in anti-\*\*\*\*, and the magnetization direction is arranged with the opposite direction of illustration X1 direction Since the magnetization direction of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 is mutually considered as anti-parallel, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 has the relation negated mutually Since thickness of the 2nd free magnetic layer 28 is made into size from the 1st free magnetic layer 26 Since the magnetization equivalent to the difference of this thickness turns into magnetization of the free magnetic layer 29 whole, and the magnetization direction of the free magnetic layer 29 is arranged in the illustration X1 direction and the size of this magnetization becomes small, the magnetization direction of the free magnetic layer 29 is changed with sufficient sensitivity by change of an external magnetic field.

[0142] The bias layers 17 and 17 of a couple adjoin the illustration X1 direction both sides of a layered product 20. The bias layers 17 and 17 are formed on the antiferromagnetism layer 60 through the bias ground layer 16, and are located in the same hierarchy as a layered product 20. Moreover, the upper surface 17b forms the same field as upper surface 20b of a layered product 20, and the undersurface 17c forms the same field as undersurface 20c of a layered product 20. Moreover, a part of bias layers 17 and 17 have run aground on the inclination sides 20a and 20a of a layered product 20.

[0143] The laminating of the interlayers 18 and 18 is carried out to the bias layers 17 and 17, and the laminating of the antiferromagnetism layer 62 is carried out to upper surface 20b of some interlayers 18 and 18 and a layered product 20. The antiferromagnetism layer 62 is formed in a cross-section \*\*\*\* trapezoidal shape like a layered product 20, and the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62 are made into two inclination sides 62a and 62a. The inclination sides 62a and 62a incline so that it may approach mutually towards the direction which separates from a substrate 19, i.e., an illustration Z direction. The antiferromagnetism layer 62 is formed so that the

length of the illustration X1 direction may turn into the almost same length as a layered product 20. Moreover, the laminating of the protective layer 52 is carried out to the antiferromagnetism layer 62.

[0144] The conductive layers 71 and 71 of a couple are arranged at the illustration X1 direction both sides of the antiferromagnetism layer 62. These conductive layers 71 and 71 are formed in contact with the inclination sides 62a and 62a of the antiferromagnetism layer 62 while a laminating is carried out on the bias layers 17 and 17 through interlayers 18 and 18.

[0145] The above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 8 is manufactured like the spin bulb type thin film magnetic cell 6 mentioned above except the laminating of the fixed magnetic layer 24, the nonmagnetic conductive layer 25, the free magnetic layer 29, the nonmagnetic conductive layer 30, and the fixed magnetic layer 34 being carried out, and a laminating precursor being formed on the antiferromagnetism layer 60.

[0146] In addition to the same effect as the spin bulb type thin film magnetic cell 6 mentioned above, the following effects are acquired in the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 8. Namely, it sets to the above-mentioned spin bulb type thin film magnetic cell 8. It consists of 2 fixed magnetic layers 23 and 33, respectively. the fixed magnetic layers 24 and 34 -- the [ the nonmagnetic interlayers 22 and 32, the 1st fixed magnetic layers 21 and 31, and ] -- Since the magnetization direction of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is fixed in the direction of illustration Y and the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layers 21 and 31 is being fixed to the opposite direction of the direction of illustration Y, although the magnetic moment of the 1st and the 2nd fixed magnetic layers 21, 23, 31, and 33 has the relation negated mutually The thickness of the 2nd fixed magnetic layers 23 and 33 is slightly large, and a result in which the spontaneous magnetization of the fixed magnetic layer 24 and 34 the very thing remains slightly is brought. As for this spontaneous magnetization, it is amplified further, and a switched connection magnetic field with the antiferromagnetism layers 60 and 62 is firmly fixed in the direction of illustration Y, and the magnetization direction of the fixed magnetic layers 24 and 34 can raise the stability of the spin bulb type thin film magnetic cell 8 by it.

[0147] Moreover, although it will be combined in antiferromagnetism, the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will be in a ferrimagnetism state and the magnetic moment of the 1st and the 2nd free magnetic layers 26 and 28 will



negate each other mutually Since the magnetization equivalent to the difference of the thickness of the 1st free magnetic layer 26 and the 2nd free magnetic layer 28 turns into magnetization of the free magnetic layer 29 whole and this magnetization becomes small The magnetization direction of the free magnetic layer 29 can be fluctuated with sufficient sensitivity to change of an external magnetic field, and the sensitivity of the spin bulb type thin film magnetic cell 8 can be raised.

[0148]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained in detail, it sets to the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention. It is constituted so that the field of the thickness direction both sides may form the field and abbreviation same side of the thickness direction both sides of the aforementioned layered product, while a bias layer is located in the same hierarchy as the aforementioned layered product. Moreover, since the antiferromagnetism layer of another side covers the aforementioned bias layer and the aforementioned layered product and the laminating is carried out The cross-section configuration of a bias layer does not become what projected and sharpened like the conventional spin bulb type thin film magnetic cell, a free magnetic layer is not formed into many magnetic domains by the leakage magnetic field from a bias layer, and the Barkhausen noise of a free magnetic layer can be reduced. Moreover, since it is located in the hierarchy as the aforementioned layered product with the same bias layer, the bias magnetic field of a bias layer can fully be impressed to the free magnetic layer of a layered product, the magnetization direction of a free magnetic layer can be arranged in the predetermined direction, and a free magnetic layer can be formed into a single magnetic domain.

[0149] Moreover, it sets to the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention. Since it is constituted so that the antiferromagnetism layer of another side will touch an antiferromagnetism thin film and the antiferromagnetism layer of another side may be united with this antiferromagnetism thin film If an impurity does not mix in these interfaces and this antiferromagnetism thin film and the antiferromagnetism layer of another side unify, in the interface of a fixed magnetic layer and an antiferromagnetism thin film, a big switched connection magnetic field can be easily discovered, and can fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer in the predetermined direction firmly.

[0150] Moreover, it sets to the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention. Since the ferromagnetic thin film is prepared between the layered product and the antiferromagnetism layer of another side at least Since an impurity did not mix in the antiferromagnetism layer of another side, and the interface of a ferromagnetic thin film and this ferromagnetic thin film is in contact with the fixed magnetic layer A switched connection magnetic field is easily discovered between an antiferromagnetism layer and a ferromagnetic thin film, and this switched connection magnetic field is impressed to a fixed magnetic layer through a ferromagnetic thin film, and can fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer in the predetermined direction.

[0151] By moreover, the thing to consider as the spin bulb type thin film magnetic cell using the alloy shown by the formula of the alloy which reaches on the other hand and is shown in the antiferromagnetism layer of another side by the formula of X-Mn, or X'-Pt-Mn It compares with the thing using the NiO alloy currently used for the antiferromagnetism layer from the former, the FeMn alloy, the NiMn alloy, etc. It becomes possible to consider as the spin bulb type thin film magnetic cell which has the property which was [ excel / further / a switched connection magnetic field is large, and blocking temperature is high, and / in corrosion resistance ] excellent.

[0152] In the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention, since the conductive layer of a couple estranges mutually and the laminating is carried out on the antiferromagnetism layer of another side, detection current can be certainly impressed to a layered product.

[0153] The conductive layer of a couple may be a thing which adjoins the both sides of the antiferromagnetism layer of another side, and comes to carry out a laminating to the aforementioned bias layer. moreover, in this case Since a conductive layer and a bias layer adjoin and the bias layer adjoins the layered product containing a nonmagnetic conductive layer It can become possible to give the detection current from a conductive layer to a nonmagnetic conductive layer, without minding the antiferromagnetism layer of large another side of specific resistance, variation of the magnetic reluctance by the external magnetic field can be enlarged, and detection sensitivity of a spin bulb type thin film magnetic cell can be made high.

[0154] Moreover, a bias magnetic field required for the formation of a single magnetic domain of a free magnetic layer can be increased, without magnetic coupling occurring between a hard bias layer and the antiferromagnetism layer of

another side by preparing the interlayer who consists of non-magnetic material like Ta and Cr. Moreover, the thermal diffusion between the conductive layer which occurs with heat treatment (UV cure) by the manufacturing process of the inductive head which is a back process, and a bias layer can be prevented, and degradation of the magnetic properties of a bias layer can be prevented.

Furthermore, by preparing the bias ground layer which consists of Cr which is a body centered cubic structure (bcc structure), it becomes possible for a bias layer to grow epitaxially on a bias ground layer, and to arrange the easy axis of a bias layer in the predetermined direction, and the coercive force and the remanence ratio of a bias layer can become large, and can increase a bias magnetic field required for the formation of a single magnetic domain of a free magnetic layer.

[0155] When a free magnetic layer consists of the 1st and the 2nd free magnetic layer which were combined in antiferromagnetism through the nonmagnetic interlayer, it is magnetically combined by the switched connection magnetic field, and the 1st and the 2nd free magnetic layer will be in a ferrimagnetism state. at this time moreover, for example If thickness of the 2nd free magnetic layer is made into size more slightly than the 1st free magnetic layer the -- the magnetization direction of 2 free magnetic layer arranges in the fixed direction by magnetization of a bias layer -- having -- the -- the magnetization direction of 1 free magnetic layer -- the -- it considers as the opposite direction of the magnetization direction of 2 free magnetic layer -- having -- the [ 1st ], although the magnetic moment of 2 free magnetic layer will negate each other mutually Since thickness of the 2nd free magnetic layer is made into size from the 1st free magnetic layer Since the magnetization equivalent to the difference of this thickness turns into magnetization of the whole free magnetic layer and this magnetization becomes small, by change of an external magnetic field, the magnetization direction of a free magnetic layer is changed with sufficient sensitivity, and can enlarge detection sensitivity of a spin bulb type thin film magnetic cell.

[0156] Moreover, when a fixed magnetic layer consists of the 1st and the 2nd fixed magnetic layer which were combined in antiferromagnetism through the nonmagnetic interlayer, If it is combined magnetically, and the 1st and the 2nd fixed magnetic layer will be in a ferrimagnetism state and make the thickness of the 1st and the 2nd fixed magnetic layer change slightly with switched connection magnetic fields, even if the magnetic moment of the 1st and the 2nd

fixed magnetic layer negates each other mutually The spontaneous magnetization of a fixed magnetic layer remains slightly, and this spontaneous magnetization is further amplified by the switched connection magnetic field with an antiferromagnetism layer, it becomes possible to fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly, and stability of a spin bulb type thin film magnetic cell can be made high.

[0157] The manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention Since form a layered product on one antiferromagnetism layer, a bias layer is formed in the both sides of this layered product, the upper surface of this bias layer is made into the almost same position as the upper surface of a layered product and the laminating of the antiferromagnetism layer of another side is carried out on this The cross-section configuration of a bias layer does not become what projected and sharpened like before, but the spin bulb type thin film magnetic cell by which a free magnetic layer was not formed into many magnetic domains by the leakage magnetic field from a bias layer, and the free magnetic layer was formed into the single magnetic domain can be manufactured. Moreover, since it is located in the hierarchy as the aforementioned layered product with the same bias layer, the bias magnetic field of a bias layer can fully be impressed to the free magnetic layer in a layered product, the magnetization direction of a free magnetic layer is arranged in the predetermined direction, a free magnetic layer is formed into a single magnetic domain, and stability of a spin bulb type thin film magnetic cell can be made high.

[0158] Moreover, it sets to the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention. Carry out the laminating of a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, a free magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, a fixed magnetic layer, and the antiferromagnetism thin film, and the aforementioned laminating precursor is formed. In contact with the aforementioned antiferromagnetism thin film, you may carry out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side. in this case In order to carry out the laminating of a fixed magnetic layer and the antiferromagnetism thin film simultaneously, impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces.

Moreover, since an antiferromagnetism thin film will be substantially contained in the antiferromagnetism layer of another side by carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer of another side to an antiferromagnetism thin film, and unifying these A switched connection magnetic field can be discovered in the interface of a fixed magnetic layer and an antiferromagnetism thin film, and

the spin bulb type thin film magnetic cell equipped with the fixed magnetic layer to which the magnetization direction was firmly fixed by this switched connection magnetic field can be manufactured.

[0159] Furthermore, it sets to the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention. After removing the aforementioned 1st lift-off resist, a ferromagnetic thin film may be formed on a layered product at least, and the laminating of the antiferromagnetism layer of another side may be carried out to this ferromagnetic thin film. in this case In order to form simultaneously a ferromagnetic thin film and the antiferromagnetism layer of another side, impurities, such as oxygen, do not mix in these interfaces. Since will become easy to discover a switched connection magnetic field in the interface of a ferromagnetic thin film and the antiferromagnetism layer of another side, and the laminating of this ferromagnetic thin film will be carried out on a fixed magnetic layer, these will unify and a ferromagnetic thin film will be substantially contained in a fixed magnetic layer The discovered switched connection magnetic field can fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly.

#### \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross section having shown the structure at the time of

seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 1st operation gestalt of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 2] It is a \*\* type view for explaining the hard bias film of a spin bulb type thin film magnetic cell and the direction of magnetization of a free magnetic layer which are shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the perspective diagram of the thin film magnetic head equipped with the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 1st operation form of this invention.

[Drawing 4] It is the cross section of the important section of the thin film magnetic head shown in drawing 3 .

[Drawing 5] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 2nd operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 6] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 3rd operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 7] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 4th operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 8] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 5th operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 9] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 6th operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 10] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 7th operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 11] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb type thin film magnetic cell which is the 8th operation form of this invention from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 12] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 13] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 14] It is process drawing for explaining the manufacture method of the

spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 15] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 16] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 17] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 18] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 19] It is process drawing for explaining the manufacture method of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 20] It is process drawing for explaining other manufacture methods of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 21] It is process drawing for explaining other manufacture methods of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 22] It is process drawing for explaining other manufacture methods of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 23] It is process drawing for explaining other manufacture methods of the spin bulb type thin film magnetic cell of this invention.

[Drawing 24] It is the cross section having shown the structure at the time of seeing the conventional spin bulb type thin film magnetic cell from an opposite side side with a record medium.

[Drawing 25] It is a \*\* type view for explaining the hard bias film of a spin bulb type thin film magnetic cell and the direction of magnetization of a free magnetic layer which are shown in drawing 24 .

[Description of Notations]

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Spin bulb type thin film magnetic cell

10, 20, 40, 90 Layered product

10b, 20b, 40b, 90b The upper surface of a layered product

10c, 20c, 40c, 90c The undersurface of a layered product

11, 24, 41 Fixed magnetic layer (one fixed magnetic layer)

12, 25, 42 Nonmagnetic conductive layer (one nonmagnetic conductive layer)

13, 29, 43 Free magnetic layer

14, 30, 44 Nonmagnetic conductive layer (nonmagnetic conductive layer of another side)

15, 34, 45 Fixed magnetic layer (fixed magnetic layer of another side)

16 Bias Ground Layer  
17 Bias Layer  
17b The upper surface of a bias layer  
17c The undersurface of a bias layer  
18 Interlayer  
19 Substrate  
21 31 The 1st fixed magnetic layer  
22, 27, 32 Nonmagnetic interlayer  
23 33 The 2nd fixed magnetic layer  
26 1st Free Magnetic Layer  
28 2nd Free Magnetic Layer  
46 Antiferromagnetism Thin Film  
47 Ferromagnetic Thin Film  
50 Ground Layer  
51 52 Protective layer  
60 Antiferromagnetism Layer (One Antiferromagnetism Layer)  
61 62 Antiferromagnetism layer (antiferromagnetism layer of another side)  
70 71 Conductive layer  
80 1st Lift-Off Resist  
81 2nd Lift-Off Resist  
82 3rd Lift-Off Resist

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-293822  
(P2000-293822A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

審査請求 有 請求項の数22 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願平11-100643

(22) 出願日

平成11年4月7日 (1999. 4. 7)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 柿原 芳彦

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 小池 文人

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外 8 名)

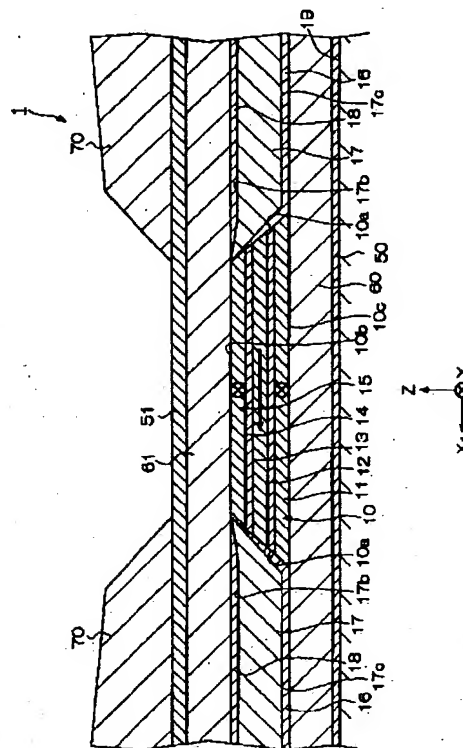
Fターム(参考) 5D034 BA05 BA08 BA15 CA04 DA07

(54) 【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及びスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリー磁性層の磁区制御を良好に行うことができる安定性に優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子を提供する。

【解決手段】 一方の反強磁性層60と、フリー磁性層13の厚さ方向両側に各々非磁性導電層12、14と固定磁性層11、15とが積層され、反強磁性層60上に形成された積層体10と、積層体10の両側に位置するバイアス層17、17と、積層体10及びバイアス層17、17を覆う他方の反強磁性層61と、導電層70、70とを具備してなり、バイアス層17は、一方の反強磁性層60上に設けられて積層体10と同じ階層に位置され、他方の反強磁性層18が、バイアス層17の少なくとも一部と積層体10に接していることを特徴とするスピンバルブ型薄膜磁気素子1を採用する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 基板と、

該基板に積層された一方の反強磁性層と、フリー磁性層と前記フリー磁性層の厚さ方向両側に各々非磁性導電層と固定磁性層とが積層されてなり、前記一方の反強磁性層上に形成された積層体と、

前記積層体の両側に位置して前記フリー磁性層の磁化方向を一方向に揃える一対のバイアス層と、

前記積層体及び前記バイアス層を覆う他方の反強磁性層と、

前記フリー磁性層に検出電流を与える一対の導電層とを具備してなり、

前記一対のバイアス層は、前記一方の反強磁性層上に設けられて前記積層体と同じ階層に位置され、

前記他方の反強磁性層が、前記一対のバイアス層の少なくとも一部と前記積層体に接していることを特徴とするスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 2】 前記バイアス層は、その厚さ方向両側の面が前記積層体の厚さ方向両側の面と略同一面を構成するように形成されたことを特徴とする請求項 1 記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 3】 前記他方の反強磁性層が、前記バイアス層全体及び前記積層体に接して積層されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 2 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 4】 前記他方の反強磁性層が、前記積層体の上面に接して前記積層体よりも幅広に形成され、かつ前記一対のバイアス層の一部に接して積層されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 2 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 5】 前記積層体に反強磁性薄膜が積層され、前記他方の反強磁性層が、前記バイアス層の少なくとも一部と前記反強磁性薄膜に接触されていることを特徴とする請求項 1 記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 6】 少なくとも前記積層体に強磁性薄膜が積層され、前記他方の反強磁性層が、少なくとも前記強磁性薄膜に接触されていることを特徴とする請求項 1 記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 7】 前記一方及び前記他方の反強磁性層は、 $X-Mn$ （ただし、 $X$ は、 $Pt$ 、 $Pd$ 、 $Ru$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ のうちから選択される 1 種の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X$ が 37 原子%以上 63 原子%以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 8】 前記一方及び前記他方の反強磁性層は、 $X'-Pt-Mn$ （ただし、 $X'$ は、 $Pd$ 、 $Cr$ 、 $Ru$ 、 $Ni$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ 、 $Au$ 、 $Ag$ のうちから選択される 1 種または 2 種以上の元素を示す。）の式で示

される合金からなり、 $X'$ と  $Pt$ の合計量が 37 原子%以上 63 原子%以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 9】 前記反強磁性薄膜は、 $X-Mn$ （ただし、 $X$ は、 $Pt$ 、 $Pd$ 、 $Ru$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ のうちから選択される 1 種の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X$ が 37 原子%以上 63 原子%以下の範囲であることを特徴とする請求項 5 記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 10】 前記反強磁性薄膜は、 $X'-Pt-Mn$ （ただし、 $X'$ は、 $Pd$ 、 $Cr$ 、 $Ru$ 、 $Ni$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ 、 $Au$ 、 $Ag$ のうちから選択される 1 種または 2 種以上の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X'$ と  $Pt$ の合計量が 37 原子%以上 63 原子%以下の範囲であることを特徴とする請求項 5 記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 11】 前記他方の反強磁性層は、前記バイアス層全体及び前記積層体に接して積層され、前記一対の導電層は、互いに離間して前記他方の反強磁性層上に積層されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 12】 前記他方の反強磁性層は、前記積層体の上面に接して前記積層体よりも幅広に形成され、かつ前記一対のバイアス層の一部に接して積層され、前記一対の導電層は、前記他方の反強磁性層の両側に隣接し、かつ前記バイアス層に積層されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 13】 前記バイアス層と前記導電層との間および/または前記バイアス層と前記他方の反強磁性層との間に、 $Ta$ または  $Cr$ からなる中間層が設けられたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 14】 前記バイアス層と前記積層体との間および前記バイアス層と前記一方の反強磁性層との間に、 $Cr$ からなるバイアス下地層が設けられたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 15】 前記フリー磁性層は、非磁性中間層と、前記非磁性中間層を挟む第 1 フリー磁性層及び第 2 フリー磁性層とからなり、前記第 1 フリー磁性層と前記第 2 フリー磁性層が互いに反強磁性的に結合されて、前記第 1 フリー磁性層の磁化方向と前記第 2 フリー磁性層の磁化方向が互いに反平行とされていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 14 のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 16】 前記固定磁性層は、別の非磁性中間層と、前記別の非磁性中間層を挟む第 1 固定磁性層及び第 2 固定磁性層とからなり、前記第 1 固定磁性層と前記第

2 固定磁性層が互いに反強磁性的に結合されて、前記第 1 固定磁性層の磁化方向と前記第 2 固定磁性層の磁化方向が互いに反平行とされていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 14 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 17】 スライダに請求項 1 ないし請求項 16 記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子が備えられてなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 18】 基板に一方の反強磁性層を積層し、該一方の反強磁性層に、一方の固定磁性層と一方の非磁性導電層とフリー磁性層と他方の非磁性導電層と他方の固定磁性層とを順次積層して積層前駆体を形成し、前記積層前駆体上に第 1 リフトオフレジストを形成し、前記第 1 リフトオフレジストに覆われていない前記積層前駆体を除去して前記一方の反強磁性層を露出させて積層体を形成し、露出した前記一方の反強磁性層にバイアス層を積層して、その上面を前記積層体の上面とほぼ同じ位置とし、前記第 1 リフトオフレジストを除去し、少なくとも前記バイアス層の一部及び前記積層体の上に他方の反強磁性層を積層し、前記他方の反強磁性層に接する一対の導電層を形成することを特徴とするスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 19】 前記積層前駆体に反強磁性薄膜を積層し、前記他方の反強磁性層を前記反強磁性薄膜及び前記バイアス層の少なくとも一部の上に積層することを特徴とする請求項 15 記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 20】 前記第 1 リフトオフレジストを除去した後に、強磁性薄膜を少なくとも前記積層体に積層し、前記他方の反強磁性層を前記強磁性薄膜及び前記バイアス層の少なくとも一部の上に積層することを特徴とする請求項 15 記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 21】 前記他方の反強磁性層上に第 2 リフトオフレジストを形成し、前記第 2 リフトオフレジストに覆われていない前記他方の反強磁性層に前記一対の導電層を積層し、前記第 2 リフトオフレジストを除去することを特徴とする請求項 15 ないし請求項 17 記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 22】 前記他方の反強磁性層上に第 3 リフトオフレジストを形成し、前記第 3 リフトオフレジストに覆われていない前記他方の反強磁性層を除去し、残存した前記他方の反強磁性層の両側に前記一対の導電層を積層し、前記第 3 リフトオフレジストを除去することを特徴とする請求項 15 ないし請求項 17 記載のスピンバルブ型薄

膜磁気素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フリー磁性層の厚さ方向両側に非磁性導電層と固定磁性層と反強磁性層とが積層されてなるスピンバルブ型薄膜磁気素子及びこのスピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッド及びスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果型の磁気ヘッドには、磁気抵抗効果を示す素子を備えた MR (Magnetoresistive) ヘッドと巨大磁気抵抗効果を示す素子を備えた GMR (Giant Magnetoresistive) ヘッドとがある。MR ヘッドにおいては、磁気抵抗効果を示す素子が磁性体からなる単層構造とされている。一方、GMR ヘッドにおいては、磁気抵抗効果を示す素子が複数の材料が積層されてなる多層構造とされている。巨大磁気抵抗効果を生み出す構造にはいくつかの種類があるが、比較的構造が単純で、外部磁界に対して抵抗変化率が高いものとしてスピンバルブ型薄膜磁気素子がある。スピンバルブ型薄膜磁気素子には、シングルスピンバルブ薄膜磁気素子とデュアルスピンバルブ型薄膜磁気素子とがある。

【0003】図 24 は、従来のスピンバルブ型薄膜磁気素子を磁気記録媒体側からみた断面図である。図 24 に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子の上下には、ギャップ層を介してシールド層が形成されており、前記スピンバルブ型薄膜磁気素子、ギャップ層、及びシールド層で、再生用の GMR ヘッドが構成されている。なお前記再生用の GMR ヘッドの上に、記録用のインダクティブヘッドが積層されていてもよい。この GMR ヘッドは、インダクティブヘッドと共に浮上式スライダのトレーリング側端部などに設けられて薄膜磁気ヘッドを構成し、ハードディスク等の磁気記録媒体の記録磁界を検出するものである。なお、図 24 において、磁気記録媒体の移動方向は図示 Z 方向であり、磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向は Y 方向である。

【0004】図 24 において、符号 9 はスピンバルブ型薄膜磁気素子を示している。このスピンバルブ型薄膜磁気素子 9 は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が一層ずつ順に積層された、いわゆるデュアルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。図 24 において符号 150 は、基板 119 に積層されて例えば Ta (タンタル) 等からなる下地層を示している。この下地層 150 には反強磁性層 116 が積層され、この反強磁性層 116 には、固定磁性層 111、Cu 等からなる非磁性導電層 112、フリー磁性層 113、Cu 等からなる非磁性導電層 114、固定磁性層 115、反強磁性層 117 が順次積層され、反強磁性層 117 には、Ta 等からなる保護層 151 が積層されてい

る。このように、下地層 150 から保護層 151 までは順次積層されて積層体 110 を構成している。

【0005】積層体 110 は、断面視略台形状とされ、図示 X1 方向両側には基板 119 から離れる方向に向けて互いに接近するように傾斜する傾斜側面 110a、110a が設けられている。また、反強磁性層 116、117 は固定磁性層 111、115 にそれぞれ接して積層され、反強磁性層 116 と固定磁性層 111 及び反強磁性層 117 と固定磁性層 115 のそれぞれの界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発生し、固定磁性層 111、115 の磁化方向がそれぞれ図示 Y 方向に固定されている。

【0006】積層体 110 の図示 X1 方向両側には、例えば Co-Pt（コバルト-白金）合金からなるバイアス層 117、117 が形成されている。このバイアス層 117、117 は、フリー磁性層 113 の磁化方向を図示 X1 方向に揃えてフリー磁性層 113 を単磁区化させ、バルクハウゼンノイズを抑制するためのものである。これにより、フリー磁性層 113 の磁化方向と固定磁性層 111、115 の磁化方向とが交差する関係となる。

【0007】なお、符号 170 は、Cu など で形成された導電層を示している。また、バイアス層 117 と基板 119 との間、及び、バイアス層 117 と積層体 110 との間には、例えば非磁性金属である Cr からなるバイアス下地層 116 が設けられている。更に、バイアス層 117 と導電層 170 との間には、例えば非磁性金属である Ta 若しくは Cr からなる中間層 118 が設けられている。

【0008】このスピナバルブ型薄膜磁気素子 9 では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界により、図示 X1 方向に揃えられたフリー磁性層 113 の磁化方向が変動すると、図示 Y 方向に固定された固定磁性層 111、115 の磁化方向との関係で電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のスピナバルブ型薄膜磁気素子 9 においては、前記ハードバイアス層 117、117 の一部が、バイアス下地層 116、116 を介して積層体 110 の傾斜側面 110a、110a に乗り上げて、基板 119 から離れる方向に向けて突出している。この部分の断面形状は、基板 119 から離れるにつれて厚さが薄くなり、そして積層体 110 の上面付近にあるバイアス層 117、117 の先端 117a、117a は、尖った断面形状となっている。

【0010】このため、図 25 に示すように、一方のバイアス層 117 の先端部 117a からの漏れ磁束が、スピナバルブ型薄膜磁気素子 9 上に積層されている上部シールド層を経て、もう一方のバイアス層 117 に至る磁

界（図示矢印 A）となりやすく、フリー磁性層 113 に印加されるバイアス磁界が減少するという不都合があった。このため、フリー磁性層 113 の磁区制御を良好に行うことが困難となり、スピナバルブ型薄膜磁気素子 9 の安定性が低いという課題があった。

【0011】また、バイアス層 117、117 の先端部 117a、117a からの別の漏れ磁界が、前記バイアス層 117 の反磁界（図示矢印 B 及び矢印 C）となってフリー磁性層 113 の両端に印加され、この反磁界（矢印 B 及び矢印 C）の方向は、バイアス層 117、117 により揃えられたフリー磁性層 113 の磁化の方向（図示矢印 D）と異なるので、フリー磁性層 113 が多磁区化されてバルクハウゼンノイズが増加してしまうという課題があった。

【0012】更に、バイアス層 117、117 は、バイアス下地層 116、116 を介して基板 119 上に積層されているために、反強磁性層 116 の X1 方向両側に隣接することになり、そのためフリー磁性層 113 にバイアス磁界を十分に印加することができず、フリー磁性層 113 の磁区制御を良好に行うことが困難となって、スピナバルブ型薄膜磁気素子 9 の安定性が低くなるという課題があった。

【0013】本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、フリー磁性層に印加されるバイアス磁界の減少が起りにくく、また、フリー磁性層が多磁区化されることがなく、フリー磁性層の磁区制御を良好に行うことができる安定性に優れたスピナバルブ型薄膜磁気素子を提供することを目的とする。また、このスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を提供することを目的とする。さらに、このスピナバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子は、基板と、該基板に積層された一方の反強磁性層と、フリー磁性層と前記フリー磁性層の厚さ方向両側に各々非磁性導電層と固定磁性層とが積層されてなり、前記一方の反強磁性層上に形成された積層体と、前記積層体の両側に位置して前記フリー磁性層の磁化方向を一方に揃える一対のバイアス層と、前記積層体及び前記バイアス層を覆う他方の反強磁性層と、前記フリー磁性層に検出電流を与える一対の導電層とを具備してなり、前記一対のバイアス層は、前記一方の反強磁性層上に設けられて前記積層体と同じ階層に位置され、前記他方の反強磁性層が、前記一対のバイアス層の少なくとも一部と前記積層体に接していることを特徴とする。また、前記バイアス層は、その厚さ方向両側の面が前記積層体の厚さ方向両側の面と略同一面を構成するように形成されたことを特徴とする。更に、前記他方の反強磁性層が、前記バイアス層全体及び前記積層体に接

して積層されていることが好ましい。更にまた、前記反強磁性層が、前記積層体の上面に接して前記積層体よりも幅広に形成され、かつ前記一対のバイアス層の一部に接して積層されていても良い。

【0015】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、バイアス層が、前記積層体と同じ階層に位置すると共にその厚さ方向両側の面が前記積層体の厚さ方向両側の面と略同一面を形成するように構成され、また他方の反強磁性層が前記バイアス層と前記積層体とを覆って積層されているので、従来のスピバルブ型薄膜磁気素子のように、バイアス層の断面形状が突出して尖ったものとはならず、バイアス層からの漏れ磁界によってフリー磁性層が多磁区化されることがなく、フリー磁性層のバルクハウゼンノイズを低減することが可能になる。なお、ここで、「バイアス層が前記積層体と同じ階層に位置し、」とは、バイアス層及び積層体が、基板を基準としてほぼ同じ階層に積層されていることを意味し、また、バイアス層の厚さが積層体の厚さより薄い場合も含まれる。

【0016】また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記積層体に反強磁性薄膜が積層され、前記他方の反強磁性層が、前記バイアス層の少なくとも一部と前記反強磁性薄膜に接触されていることを特徴とする。また、反強磁性薄膜と他方の反強磁性層を構成する材料は、同一の組成からなるものであることが好ましい。

【0017】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、積層体に反強磁性薄膜が積層されるのでこれらの界面に不純物が混入することがなく、この反強磁性薄膜と他方の反強磁性層とが一体化すれば、積層体の固定磁性層と反強磁性薄膜との界面にて大きな交換結合磁界が容易に発現して固定磁性層の磁化方向を所定の方向に強固に固定することが可能になる。

【0018】また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であり、少なくとも前記積層体に強磁性薄膜が積層され、前記他方の反強磁性層が、少なくとも前記強磁性薄膜に接していることを特徴とする。

【0019】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、強磁性薄膜と他方の反強磁性層とが同時に積層されるのでこれらの界面に不純物が混入することがなく、またこの強磁性薄膜は積層体の固定磁性層と接しているので、他方の反強磁性層と強磁性薄膜との間で交換結合磁界が容易に発現し、この交換結合磁界が強磁性薄膜を介して固定磁性層に印加されて、固定磁性層の磁化方向を所定の方向に固定することが可能になる。

【0020】前記一方及び前記他方の反強磁性層は、 $X-Mn$ （ただし、 $X$ は、 $Pt$ 、 $Pd$ 、 $Ru$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ のうちから選択される1種の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X$ が37原子%以上63原

子%以下の範囲であることが好ましい。また、前記一方及び前記他方の反強磁性層は、 $X'-Pt-Mn$ （ただし、 $X'$ は、 $Pd$ 、 $Cr$ 、 $Ru$ 、 $Ni$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ 、 $Au$ 、 $Ag$ のうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X'$ と $Pt$ の合計量が37原子%以上63原子%以下の範囲であっても良い。更に、前記反強磁性薄膜は、 $X-Mn$ （ただし、 $X$ は、 $Pt$ 、 $Pd$ 、 $Ru$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ のうちから選択される1種の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X$ が37原子%以上63原子%以下の範囲であることが好ましい。更に、前記反強磁性薄膜は、 $X'-Pt-Mn$ （ただし、 $X'$ は、 $Pd$ 、 $Cr$ 、 $Ru$ 、 $Ni$ 、 $Ir$ 、 $Rh$ 、 $Os$ 、 $Au$ 、 $Ag$ のうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。）の式で示される合金からなり、 $X'$ と $Pt$ の合計量が37原子%以上63原子%以下の範囲であっても良い。

【0021】反強磁性層及び反強磁性薄膜に、 $X-Mn$ の式で示される合金または $X'-Pt-Mn$ の式で示される合金を用いたスピバルブ型薄膜磁気素子とすることで、反強磁性層に從來から使用されている $NiO$ 合金、 $FeMn$ 合金、 $NiMn$ 合金などを用いたものと比較して、交換結合磁界が大きく、またブロッキング温度が高く、さらに耐食性に優れているなどの優れた特性を有するスピバルブ型薄膜磁気素子とすることが可能になる。

【0022】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記他方の反強磁性層は、前記バイアス層全体及び前記積層体に接して積層され、前記一対の導電層は、互いに離間して前記他方の反強磁性層上に積層されてなることを特徴とする。この導電層は、積層体と重ならない位置に積層されることが好ましい。一対の導電層が、積層体に重ならない位置にて互いに離間されて形成されれば、検出電流を確実に積層体に含まれる非磁性導電層に印加することが可能になる。

【0023】また、前記他方の反強磁性層は、前記積層体の上面に接して前記積層体よりも幅広に形成され、かつ前記一対のバイアス層の一部に接して積層され、前記一対の導電層は、前記他方の反強磁性層の両側に隣接し、かつ前記バイアス層に積層されていてもよい。この場合の他方の反強磁性層は、断面視略台形状とされ、その両側には基板から離れる方向に向けて接近する傾斜側面が設けられていることが好ましく、導電層は、この傾斜側面と接するように構成されることが好ましい。導電層は他方の反強磁性層に接すると共にバイアス層に積層され、またバイアス層は非磁性導電層を含む積層体と隣接しているので、導電層からの検出電流を、比抵抗の大きい他方の反強磁性層を介することなく非磁性導電層に与えることが可能となり、外部磁界による磁気抵抗の変化量を大きくしてスピバルブ型薄膜磁気素子の検出感度



を高くすることが可能になる。

【0024】また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記バイアス層と前記導電層との間および／または前記バイアス層と前記他方の反強磁性層との間に、TaまたはCrからなる中間層が設けられたことを特徴とする。Ta、Crのような非磁性体からなる中間層を設けることにより、バイアス層と他方の反強磁性層との間で磁気結合が発生することなく、フリー磁性層の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。また、後工程であるインダクティブヘッドの製造工程での熱処理（UVキュア）により起きる導電層とバイアス層の間での熱拡散を防止して、バイアス層の磁気特性の劣化を防止することができる。

【0025】更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記バイアス層と前記積層体との間および前記バイアス層と前記基板との間に、Crからなるバイアス下地層が設けられたことを特徴とする。体心立方構造（bcc構造）であるCrからなるバイアス下地層を設けることにより、前記バイアス層がバイアス下地層上でエピタキシャル成長して、バイアス層の磁化容易軸を所定の方向に揃えることが可能になって、バイアス層の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

【0026】また、前記フリー磁性層は、非磁性中間層と、前記非磁性中間層を挟む第1フリー磁性層及び第2フリー磁性層とからなり、前記第1フリー磁性層と前記第2フリー磁性層が互いに反強磁性的に結合されて、前記第1フリー磁性層の磁化方向と前記第2フリー磁性層の磁化方向が互いに反平行とされているものであっても良い。このとき、第1、第2フリー磁性層の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましい。更に、前記固定磁性層は、別の非磁性中間層と、前記別の非磁性中間層を挟む第1固定磁性層及び第2固定磁性層とからなり、前記第1固定磁性層と前記第2固定磁性層が互いに反強磁性的に結合されて、前記第1固定磁性層の磁化方向と前記第2固定磁性層の磁化方向が互いに反平行とされているものであっても良い。このとき、第1、第2固定磁性層の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましい。

【0027】フリー磁性層が、非磁性中間層を介して反強磁性的に結合された第1、第2フリー磁性層からなる場合、第1、第2フリー磁性層が交換結合磁界によって磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となる。この時例えば、第2フリー磁性層の厚さを、第1フリー磁性層よりも僅かに大とすると、第2フリー磁性層の磁化方向がバイアス層の磁化によって一定方向に揃えられ、第1フリー磁性層の磁化方向が第2フリー磁性層の磁化方向の反対方向とされる。従って、第1、第2フリー磁性層の磁

気モーメントが相互に打ち消し合うことになるが、第2フリー磁性層の厚さが第1フリー磁性層より大とされているので、この厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層の磁化となり、この磁化が小さくなるので、外部磁界の変化によってフリー磁性層の磁化方向が感度よく変動するものとなる。

【0028】また、固定磁性層が、非磁性中間層を介して反強磁性的に結合された第1、第2固定磁性層からなる場合、第1、第2固定磁性層が交換結合磁界によって磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となる。このとき、第1、第2固定磁性層の厚さを僅かに異ならしめると、第1、第2固定磁性層の磁気モーメントが相互に打ち消し合っても、固定磁性層の自発磁化が僅かに残り、この自発磁化が反強磁性層との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能になる。

【0029】また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、スライダに、請求項1ないし請求項13記載のスピバルブ型薄膜磁気素子が備えられてなることを特徴とする。

【0030】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板に一方の反強磁性層を積層し、該一方の反強磁性層に、一方の固定磁性層と一方の非磁性導電層とフリー磁性層と他方の非磁性導電層と他方の固定磁性層とを順次積層して積層前駆体を形成し、前記積層前駆体上に第1リフトオフレジストを形成し、前記第1リフトオフレジストに覆われていない前記積層前駆体を除去して前記一方の反強磁性層を露出させて積層体を形成し、露出した前記一方の反強磁性層にバイアス層を積層して、その上面を前記積層体の上面とほぼ同じ位置とし、前記第1リフトオフレジストを除去し、少なくとも前記バイアス層の一部及び前記積層体の上に他方の反強磁性層を積層し、前記他方の反強磁性層に接する一対の導電層を形成することを特徴とする。

【0031】また、上記の製造法においては、他方の反強磁性層を積層する前に、積層体（他方の固定磁性層）の上面をイオンミリングまたは逆スパッタ等の手段によりエッチングすることが好ましい。

【0032】上記の製造方法においては、積層体の両側にバイアス層を設ける際に、バイアス層の上面が積層体の上面とほぼ同じ位置になるようにバイアス層を積層し、この上に他方の反強磁性層を積層するので、従来のようにバイアス層の断面形状が突出して尖ったものとはならず、バイアス層からの漏れ磁界によってフリー磁性層が多磁区化されることがなく、フリー磁性層が単磁区化されたスピバルブ型薄膜磁気素子を製造することが可能になる。また、第1リフトオフレジストの除去は通常大気圧中にて行われるために、積層体（他方の固定磁性層）の上面に雰囲気中の酸素などの不純物が付着し、このまま他方の反強磁性層を積層すると、不純物の影響によって交換結合磁界の発現が阻害される。従って、他

方の反強磁性層を積層する前に他方の固定磁性層の上面をエッチングすれば、不純物が除去されて交換結合磁界の発現が可能になる。

【0033】また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記積層前駆体に反強磁性薄膜を積層し、前記他方の反強磁性層を前記反強磁性薄膜及び前記バイアス層の少なくとも一部の上に積層しても良い。このとき、反強磁性薄膜と他方の反強磁性層の材質は、同一のものであることが好ましい。またこの場合には、他方の反強磁性層を積層する前に反強磁性薄膜の上面をスパッタ等の手段によりエッチングすることが好ましい。

【0034】上記の製造方法においては、積層体（他方の固定磁性層）に反強磁性薄膜を積層するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、また反強磁性薄膜に他方の反強磁性層を積層してこれらを一体化することによって反強磁性薄膜が実質的に他方の反強磁性層に含まれることになるので、他方の固定磁性層と反強磁性薄膜との界面にて交換結合磁界が発現し、この交換結合磁界により磁化方向が強固に固定された固定磁性層を備えたスピンバルブ型薄膜磁気素子を製造することができる。また、他方の反強磁性層の積層前に積層体（反強磁性薄膜）の上面をエッチングすることにより、酸素などの不純物が除去され、他方の反強磁性層の交換結合磁界の劣化が防止される。

【0035】更に、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記第1リフトオフレジストを除去した後に、強磁性薄膜を少なくとも前記積層体に積層し、前記他方の反強磁性層を前記強磁性薄膜及び前記バイアス層の少なくとも一部の上に積層しても良い。このとき、積層体の上面を構成する他方の固定磁性層と強磁性薄膜の材質は、同一であることが好ましい。またこの場合にも、他方の反強磁性層を積層する前に、積層体（他方の固定磁性層）の上面をイオンミリングまたは逆スパッタ等の手段によりエッチングすることが好ましい。

【0036】上記の製造方法においては、強磁性薄膜に他方の反強磁性層を積層するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、強磁性薄膜と他方の反強磁性層との界面にて交換結合磁界が発現しやすくなり、またこの強磁性薄膜が他方の固定磁性層上に積層されてこれらが一体化して強磁性薄膜が実質的に他方の固定磁性層に含まれることになるので、発現した交換結合磁界が他方の固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能になる。また、強磁性薄膜の積層前に、積層体（他方の固定磁性層）の上面をエッチングすることにより、酸素などの不純物が除去されて他方の固定磁性層と強磁性薄膜とを実質的に一体化し、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能になる。

【0037】また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子

子の製造方法は、先に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記他方の反強磁性層上に第2リフトオフレジストを形成し、前記第2リフトオフレジストに覆われていない前記他方の反強磁性層に前記一對の導電層を積層し、前記第2リフトオフレジストを除去することを特徴とする。ここで第2リフトオフレジストは、積層体と重なるように形成することが好ましい。

【0038】上記の製造方法においては、導電層を積層した後に第2リフトオフレジストを除去するので、導電層を、第2リフトオフレジストが形成されなかった部分のみに積層することができる。特に、第2リフトオフレジストを積層体と重なる位置に形成すれば、導電層を積層体の両側に位置するように形成することが可能となる。

【0039】更に、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記反強磁性層上に第3リフトオフレジストを形成し、前記第3リフトオフレジストに覆われていない前記他方の反強磁性層を除去し、残存した前記他方の反強磁性層の両側に前記一對の導電層を積層し、前記第3リフトオフレジストを除去することを特徴とする。ここで第3リフトオフレジストは、積層体と重なるように形成することが好ましい。

【0040】上記の製造方法においては、第3リフトオフレジストを用いて他方の反強磁性層の一部を除去してバイアス層を露出させ、ここに導電層を積層するので、導電層を他方の反強磁性層の両側に隣接させ、しかもバイアス層上に積層することが可能となり、導電層からの検出電流を、比抵抗が大きい他方の反強磁性層を介さずに非磁性導電層に与えることができ、外部磁界による磁気抵抗の変化量が大きくなって検出感度が高いスピンバルブ型薄膜磁気素子を製造することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

（第1の実施形態）図1及び図2に本発明の第1の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示し、図3及び図4に本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを示す。

【0042】図3に示す薄膜磁気ヘッド150は、スライダ151と、スライダ151の端面151dに備えられたGMRヘッドh1及びインダクティブヘッドh2を主体として構成されている。符号155は、スライダ151の磁気記録媒体の移動方向の上流側であるリーディング側を示し、符号156は、トレーリング側を示す。このスライダ151の媒体対向面152には、レール151a、151a、151bが形成され、各レール同士の間には、エアグループ151c、151cとされている。

【0043】図4に示すように、GMRヘッドh1は、

スライダ151の端面151d上に形成された磁性合金からなる下部シールド層163と、下部シールド層163に積層された下部ギャップ層164と、媒体対向面152から露出する本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1と、スピバルブ型薄膜磁気素子1及び下部ギャップ層164を覆う上部ギャップ層166と、上部ギャップ層166を覆う上部シールド層167とから構成されている。上部シールド層167は、インダクティブヘッドh2の下部コア層と兼用とされている。

【0044】インダクティブヘッドh2は、下部コア層(上部シールド層)167と、下部コア層167に積層されたギャップ層174と、コイル176と、コイル176を覆う上部絶縁層177と、ギャップ層174に接合され、かつコイル176側にて下部コア層167に接合される上部コア層178とから構成されている。コイル176は、平面的に螺旋状となるようにパターン化されている。また、コイル176のほぼ中央部分にて上部コア層178の基端部178bが下部コア層167に磁氣的に接続されている。また、上部コア層178には、アルミナなどからなる保護層179が積層されている。

【0045】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が1層づつ積層された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子1において、符号50は、基板19上に積層されたTa(タンタル)等からなる下地層を示している。この下地層50の上には反強磁性層60(一方の反強磁性層)が積層されている。また、この反強磁性層60には、積層体10が形成されている。積層体10は、固定磁性層11、非磁性導電層12、フリー磁性層13、非磁性導電層14、固定磁性層15が順次積層されてなるものであり、この積層体10は断面視略台形状とされ、積層体10の図示X1方向(トラック幅方向)両側は2つの傾斜側面10a、10aとされている。傾斜側面10a、10aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。なお、図1及び図2において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0046】積層体10の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体10と同じ階層に位置している。また、その上面17bが積層体10の上面10bと同一面を形成し、その下面17cが積層体10の下面10cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体10の傾斜側面10a、10aに乗り上げている。また、積層体10及びバイアス層17、17の上には、反強磁性層61(他方の反強磁性層)が積層されている。反強磁性層61は、固定磁性層

15と接して積層されている。

【0047】なお、ここで、「バイアス層17、17が積層体10と同じ階層に位置し、」とは、バイアス層17、17及び積層体10が、基板19を基準としてZ方向に対してほぼ同じ階層に積層されていることを意味し、また、バイアス層の厚さが積層体の厚さより薄い場合も含まれる。

【0048】尚、図1においては、バイアス層17、17の上面17b、17bが積層体10の上面10bよりも基板19側に位置し、バイアス層17、17の下面17c、17cが積層体10の下面10cよりも基板19から離れて位置しているように見えるが、これはバイアス層17、17の上下に積層されたバイアス下地層16、16及び中間層18、18を図示しているためであり、実際のバイアス下地層16、16及び中間層18、18の厚さはバイアス層17、17の厚さの5分の1程度であってその厚さが極めて薄く、積層体10及びバイアス層17、17の上面10b、17b、17b及び下面10c、17c、17cによりそれぞれ略同一平面が構成される。従って反強磁性層61は、中間層18、18を介して上述の略同一平面上に積層されることになる。よって、図1に示すバイアス層17、17は、その一部が積層体10の傾斜側面10a、10aに乗り上げているものの、従来のスピバルブ型薄膜磁気素子のように、図示Z方向に向けて突出した形状にはならない。

【0049】従って、図2に示すように、一方のバイアス層17(図中右側のバイアス層)からの磁束(矢印E)が、フリー磁性層13を通過して他方のバイアス層17(図示左側のバイアス層)に入り(矢印F)、これらのバイアス層17、17のバイアス磁界によってフリー磁性層13の磁化方向が図示X1方向に揃えられ(矢印G)、フリー磁性層13が単磁区化される。バイアス層17、17の傾斜側面10aに乗り上げている部分は、突出した形状ではないので、バイアス層17、17の反磁界がフリー磁性層13に印加することがなく、フリー磁性層13が多磁区化されることがない。

【0050】反強磁性層60、61は、PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。また、PtMn合金に代えて、X-Mn(ただし、Xは、Pd、Ru、Ir、Rh、Osのうちから選択される1種の元素を示す。)の式で示される合金あるいはX'-Pt-Mn(ただし、X'は、Pd、Ru、Ir、Rh、Os、Au、Agのうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。)の式で示される合金で形成されていてもよい。

【0051】また、前記PtMn合金および前記X-Mnの式で示される合金において、PtあるいはXが37



～63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47～57原子%の範囲である。さらにまた、 $X'-Pt-Mn$ の式で示される合金において、 $X'+Pt$ が37～63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47～57原子%の範囲である。さらに、前記 $X'-Pt-Mn$ の式で示される合金としては、 $X'$ が0.2～10原子%の範囲であることが望ましい。反強磁性層60、61として、上記した適正な組成範囲の合金を使用し、これをアニール処理することで、大きな交換結合磁界を発生する反強磁性層60、61を得ることができる。とくに、 $PtMn$ 合金であれば、800(Oe)を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が380℃と極めて高い優れた反強磁性層60、61を得ることができる。

【0052】反強磁性層60、61は固定磁性層11、15にそれぞれ接しているの、反強磁性層60、61と固定磁性層11、15とのそれぞれの界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発現し、固定磁性層11、15の磁化方向が図示Y方向に固定される。従って、フリー磁性層13の磁化方向と固定磁性層11、15の磁化方向は、交差する関係となる。

【0053】固定磁性層11、15は、強磁性体の薄膜からなり、例えば、Co、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金などで形成されることが好ましい。また、非磁性導電層12、14は、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される非磁性体からなることが好ましい。フリー磁性層13は、固定磁性層11、15と同様の材質で形成されることが好ましい。尚、図1においてはフリー磁性層13は単一層とされているが、Co膜、NiFe合金膜を積層してなる多層構造であっても良い。非磁性導電層12、14を固定磁性層11、15とフリー磁性層13とで挟む構造の巨大磁気抵抗効果発生機構にあっては、固定磁性層11、15とフリー磁性層13を同種の材質で構成する方が、異種の材質で構成するよりも、伝導電子のスピン依存散乱以外の因子が生じる可能性が低く、より高い磁気抵抗効果を得ることが可能である。また、バイアス層17、17は、Co-Pt合金やCo-Cr-Pt合金等からなることが好ましい。

【0054】反強磁性層61には、例えばTaなどからなる保護層51が積層され、保護層51には、Cr、Ta、Au、Cuなどからなる一対の導電層70、70が積層されている。導電層70、70は、積層体10と重ならない位置に配置されて互いに離間して積層されることが好ましい。このように一対の導電層70、70が積層体10の両側に位置するように積層されれば、検出電流を確実に積層体10に含まれる非磁性導電層12、14に印加することが可能になる。

【0055】また、バイアス層17、17と基板19との間、及び、バイアス層17、17と積層体10との間

には、例えば非磁性金属であるCrからなるバイアス下地層16が設けられている。体心立方構造（bcc構造）であるCrからなるバイアス下地層16を設けることにより、バイアス層17、17がバイアス下地層16上でエピタキシャル成長してバイアス層17、17の磁化容易軸を所定の方向に揃えることが可能になり、これによりバイアス層17、17の保磁力及び角形比が大きくなり、フリー磁性層13を単磁区化するためのバイアス磁界を増大させることができる。

【0056】更に、バイアス層17、17と反強磁性層61との間には、例えば非磁性金属であるTa若しくはCrからなる中間層18が設けられている。中間層18を設けることにより、バイアス層17、17と反強磁性層61との間で磁気結合が生じることがなく、フリー磁性層13を単磁区化するためのバイアス磁界を増大させることができる。

【0057】このスピンバルブ型薄膜磁気素子1では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界によってフリー磁性層13の磁化方向が変動すると、図示Y方向に固定された固定磁性層11、15の磁化との関係で電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0058】次に、上記のスピンバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法を図12～図19を参照して説明する。まず、図12に示すように、基板19上に下地層50、反強磁性層60（一方の反強磁性層）及び積層前駆体10dを順次積層する。積層前駆体10dは、固定磁性層11、非磁性導電層12、フリー磁性層13、非磁性導電層14、固定磁性層15を順に積層してなるものである。次に図13に示すように、積層前駆体10d上に第1リフトオフレジスト80を形成する。第1リフトオフレジスト80は、PEB（Post Expose Bake）法などの手段により形成することが好ましい。次に図14に示すように、第1リフトオフレジスト80に覆われていない部分を、イオンミリング法（物理的イオンビームエッチング法）により除去して反強磁性層60を露出させて、傾斜側面10a、10aを具備する断面視略台形状の積層体10を形成する。

【0059】次に、図15に示すように、バイアス下地層16、バイアス層17及び中間層18を、先の工程で露出させた反強磁性層60と傾斜側面10a、10aと第1リフトオフレジスト80とに順次積層する。ここで、第1リフトオフレジスト80の周囲には、バイアス下地層16、バイアス層17及び中間層18の各層の構成材料の付着層80aが付着する。バイアス層17は、その一部が傾斜側面10aに乗り上げると共に、その上面17bが積層体10の上面10bとほぼ同じ位置になるように形成することが好ましい。また、これらの各層16、17、18は、スパッタリング法にて積層することが好ましい。

【0060】次に、第1リフトオフレジスト80を除去、可能なエッチング液に全体を侵漬して第1リフトオフレジスト80と積層体10とが接合されている境界部分にエッチング液を侵入させて第1リフトオフレジスト80と積層体10とを分離させて、図16示すように、第1リフトオフレジスト80を除去する。次に、図17に示すように、積層体10及び中間層18、18の上に、反強磁性層61（他方の反強磁性層）及び保護層51を順次積層する。尚、反強磁性層61を積層する前に、少なくとも積層体10の上面10bをイオンミリングまたは逆スパッタ等の手段によりエッチングする必要がある。これは、先の第1リフトオフレジスト80の除去工程をスパッタリング装置等の外部にてエッチング処理で行うために、基板19等が一時的に大気圧雰囲気中に曝され、このとき雰囲気中の酸素等の不純物により積層体10（固定磁性層15）の上面10bが汚染される。そして、この汚染された固定磁性層15の上面に反強磁性層61を積層しても、これらの層の界面では交換結合磁界が発現し得ないので、反強磁性層61を積層する前に積層体10（固定磁性層15）の上面10bをエッチングして不純物を除去する必要があるからである。

【0061】次に、図18に示すように、保護層51上に第2リフトオフレジスト81を形成し、続いて保護層51及び第2リフトオフレジスト81に導電層70を積層する。ここで、第2リフトオフレジスト81の周囲には、導電層70の構成材料の付着層81aが付着する。第2リフトオフレジスト81は、積層体10と重なる位置に形成することが、積層体10の両側に導電層70を位置させることができる点で好ましい。そして図19に示すように、第2リフトオフレジスト81を除去して、図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子1が得られる。

【0062】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子1においては、バイアス層17、17が、積層体10と同じ階層に位置してその上面17bと積層体10の上面10bとがほぼ同じ位置とされ、また反強磁性層61がこのバイアス層17、17と積層体10を覆って積層されているので、バイアス層17、17の傾斜側面10a、10aに乗り上げている部分がその他の部分より図示Z方向に突出することがなく、バイアス層17、17の反磁界がフリー磁性層13を多磁区化することがなく、バルクハウゼンノイズの発生が抑制されてスピバルブ型薄膜磁気素子1の感度を高くすることができる。

【0063】また、反強磁性層60、61は、PtMn合金またはX-Mn（ただし、Xは、Pd、Ru、Ir、Rh、Osのうちから選択される1種の元素を示す。）の式で示される合金あるいはX'-Pt-Mn（ただし、X'は、Pd、Ru、Ir、Rh、Os、Au、Agのうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。）の式で示される合金で形成されているので、大きな交換結合磁界を発生する反強磁性層60、61

1を得ることができ、特にPtMn合金であれば、800（Oe）を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が380℃と極めて高い優れた反強磁性層60、61を得ることができる。

【0064】また、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、バイアス層17、17を、その上面17b、17bが積層体10の上面10bとほぼ同じ位置になるように形成するので、バイアス層17、17の傾斜側面10a、10aに乗り上げた部分がその他の部分より突出することがなく、バイアス層17、17からの反磁界がフリー磁性層13に印加されることなく、フリー磁性層13が単磁区化されたスピバルブ型薄膜磁気素子1を製造することができる。

【0065】また、第2リフトオフレジスト81を積層体10と重ならない位置に形成し、続いて導電層70を積層した後に、第2リフトオフレジスト81を除去するので、導電層70を積層体10の両側に位置するように形成することができる。

【0066】（第2の実施形態）図5に本発明の第2の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図5において、前述した図1に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0067】図5に示すスピバルブ型薄膜磁気素子2においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体90が形成されている。積層体90は、固定磁性層24、非磁性導電層25、フリー磁性層13、非磁性導電層30、固定磁性層34が順次積層されてなるものであり、この積層体90は断面視略台形状とされ、積層体90の図示X1方向両側は2つの傾斜側面90a、90aとされている。傾斜側面90a、90aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。なお、図5において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0068】一方の固定磁性層24は、非磁性中間層22と、非磁性中間層22を挟む第1固定磁性層21及び第2固定磁性層23とからなる。第1、第2固定磁性層21、23の厚さは、僅かに異なる厚さとするのが好ましく、図5においては、第2固定磁性層23の膜厚が第1固定磁性層21より大とされている。また、第1固定磁性層21は反強磁性層60に接している。

【0069】第1固定磁性層21の磁化方向は、反強磁性層60との交換結合磁界により図示Y方向の反対方向に固定され、第2固定磁性層23は、第1固定磁性層21と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向に固定されている。第1、第2固定磁性層21、23の磁化方向が互いに反平行とされているので、第1、第2固

定磁性層21、23の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層23の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層24自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層60との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層24の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0070】また、他方の固定磁性層34は、非磁性中間層32と、非磁性中間層32を挟む第1固定磁性層31及び第2固定磁性層33とからなる。第1、第2固定磁性層31、33の厚さは、僅かに異なる厚さとするこ

【0071】第2固定磁性層33の磁化方向は、反強磁性層61との交換結合磁界により図示Y方向に固定され、第1固定磁性層31は、第2固定磁性層33と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。第1、第2固定磁性層31、33の磁化方向が互いに反平行とされているので、第1、第2固定磁性層31、33の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層33の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層34自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層61との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層34の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0072】積層体90の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体90と同じ階層に位置している。また、その上面17bが積層体90の上面90bと同一面を形成し、その下面17cが積層体90の下面90cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体90の傾斜側面90a、90aに乗り上げている。また、積層体90及びバイアス層17、17の上には、反強磁性層61（他方の反強磁性層）が積層されている。反強磁性層61は、固定磁性層34と接して積層されている。

【0073】上記の第1固定磁性層21、31及び第2固定磁性層23、33は、例えば、Co、NiFe合金、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金、CoNi合金等からなることが好ましい。また、上記の非磁性中間層22、32は、Ru、Rh、Os、Ir、Cr、Re、Cuのうち1種あるいは2種以上の合金からなることが好ましい。また、非磁性導電層25、30は、図1に示した非磁性導電層12、14と同様の材質からなる。

【0074】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子2は、反強磁性層60上に固定磁性層24と非磁性導電層25とフリー磁性層13と非磁性導電層30と固定磁性層34とが積層されて積層前駆体が形成されること以外は、

前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様にして製造される。

【0075】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子2においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子2においては、固定磁性層24、34が、非磁性中間層22、32と第1固定磁性層21、31及び第2固定磁性層23、33とからそれぞれなり、第2固定磁性層23、33の磁化方向が図示Y方向に固定され、第1固定磁性層21、31の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されているので、第1、第2固定磁性層21、31、23、33の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層23、33の厚さが僅かに大きく、固定磁性層24、34自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層60、61との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層24、34の磁化方向が図示Y方向に強固に固定され、スピバルブ型薄膜磁気素子2の安定性を向上させることができる。

【0076】（第3の実施形態）図6に本発明の第3の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図6において、前述した図1に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0077】図6に示すスピバルブ型薄膜磁気素子3においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体20が形成されている。積層体20は、固定磁性層24、非磁性導電層25、フリー磁性層29、非磁性導電層30、固定磁性層34が順次積層されてなるものであり、この積層体20は断面視略台形状とされ、積層体20の図示X1方向両側は2つの傾斜側面20a、20aとされている。傾斜側面20a、20aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。なお、図6において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0078】一方の固定磁性層24は、非磁性中間層22と、非磁性中間層22を挟む第1固定磁性層21及び第2固定磁性層23とからなる。第1、第2固定磁性層21、23の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましく、図6においては、第2固定磁性層23の膜厚が第1固定磁性層21より大とされている。また、第1固定磁性層21は反強磁性層60に接している。

【0079】第1固定磁性層21の磁化方向は、反強磁性層60との交換結合磁界により図示Y方向の反対方向に固定され、第2固定磁性層23は、第1固定磁性層21と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向に固定されている。第1、第2固定磁性層21、23の磁

化方向が互いに反平行とされているので、第1、第2固定磁性層21、23の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層23の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層24自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層60との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層24の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0080】また、他方の固定磁性層34は、非磁性中間層32と、非磁性中間層32を挟む第1固定磁性層31及び第2固定磁性層33とからなる。第1、第2固定磁性層31、33の厚さは、僅かに異なる厚さとするのが好ましく、図6においては、第2固定磁性層33の膜厚が第1固定磁性層31より大とされている。また、第2固定磁性層33は反強磁性層61に接している。

【0081】第2固定磁性層33の磁化方向は、反強磁性層61との交換結合磁界により図示Y方向に固定され、第1固定磁性層31は、第2固定磁性層33と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。第1、第2固定磁性層31、33の磁化方向が互いに反平行とされているので、第1、第2固定磁性層31、33の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層33の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層34自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層61との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層34の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0082】フリー磁性層29は、非磁性中間層27と、非磁性中間層27を挟む第1フリー磁性層26及び第2フリー磁性層28とからなる。また、第1、第2フリー磁性層26、28の厚さは、僅かに異なる厚さとするのが好ましく、図6においては、第2フリー磁性層28の膜厚が第1フリー磁性層26より大とされている。

【0083】第1、第2フリー磁性層26、28は、交換結合磁界によって相互に磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となる。即ち、第2フリー磁性層28の磁化方向はハードバイアス層17、17のバイアス磁界によって図示X1方向に揃えられ、第1フリー磁性層26は、第2フリー磁性層28と反強磁的に結合してその磁化方向が図示X1方向の反対方向に揃えられる。第1、第2フリー磁性層26、28の磁化方向が互いに反平行とされているので、第1、第2フリー磁性層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2フリー磁性層28の厚さが第1フリー磁性層26より大とされているので、この厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層29全体の磁化となり、フリー磁性層29の磁化方向が図示X1方向に揃えられ、またこの磁化の大きさが小さくなるので、外部磁界の変化によってフリー磁性層29の磁化方向が感度よく変動するものとなる。

【0084】積層体20の図示X1方向両側には、一対

のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体20と同じ階層に位置している。また、その上面17bが積層体20の上面20bと同一面を形成し、その下面17cが積層体20の下面20cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体20の傾斜側面20a、20aに乗り上げている。また、積層体20及びバイアス層17、17の上には、反強磁性層61（他方の反強磁性層）が積層されている。反強磁性層61は、固定磁性層34と接して積層されている。

【0085】上記の第1固定磁性層21、31及び第2固定磁性層23、33は、例えば、Co、NiFe合金、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金、CoNi合金等からなることが好ましい。また、第1フリー磁性層26及び第2フリー磁性層28についても、Co、NiFe合金、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金、CoNi合金等からなることが好ましい。また、上記の非磁性中間層22、27、32は、Ru、Rh、Os、Ir、Cr、Re、Cuのうち1種あるいは2種以上の合金からなることが好ましい。また、非磁性導電層25、30は、図1に示した非磁性導電層12、14と同様の材質からなる。

【0086】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子3は、反強磁性層60上に固定磁性層24と非磁性導電層25とフリー磁性層29と非磁性導電層30と固定磁性層34とが積層されて積層前駆体が形成されること以外は、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様にして製造される。

【0087】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子3においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子3においては、固定磁性層24、34が、非磁性中間層22、32と第1固定磁性層21、31及び第2固定磁性層23、33とからそれぞれなり、第2固定磁性層23、33の磁化方向が図示Y方向に固定され、第1固定磁性層21、31の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されているので、第1、第2固定磁性層21、31、23、33の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層23、33の厚さが僅かに大きく、固定磁性層24、34自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層60、61との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層24、34の磁化方向が図示Y方向に強固に固定され、スピバルブ型薄膜磁気素子3の安定性を向上させることができる。

【0088】また、第1、第2フリー磁性層26、28が、反強磁的に結合されてフェリ磁性状態となり、第1、第2フリー磁性層26、28の磁気モーメントが相互に打ち消し合うことになるが、第1フリー磁性層26

と第2フリー磁性層28の厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層29全体の磁化となり、この磁化が小さくなるので、フリー磁性層29の磁化方向を外部磁界の変化に対して感度よく変動させることができ、スピンバルブ型薄膜磁気素子3の感度を向上させることができる。

【0089】(第4の実施形態)図7に本発明の第4の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図7において、前述した図1に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0090】図7に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子4においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体40が形成されている。積層体40は、固定磁性層41、非磁性導電層42、フリー磁性層43、非磁性導電層44、固定磁性層45及び反強磁性薄膜46が順次積層されてなるものであり、この積層体40は断面視略台形状とされ、積層体40の図示X1方向両側は2つの傾斜側面40a、40aとされている。傾斜側面40a、40aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。固定磁性層41は反強磁性層60と接して積層されており、これらの層の界面にて交換結合磁界が発現し、固定磁性層41の磁化方向が図示Y方向に固定される。なお、図7において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0091】積層体40の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体40と同じ階層に位置している。また、その上面17bが積層体40の上面40bと同一面を形成し、その下面17cが積層体40の下面40cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体40の傾斜側面40a、40aに乗り上げている。また、積層体40及びバイアス層17、17の上には、反強磁性層61(他方の反強磁性層)が積層されている。反強磁性層61は、反強磁性薄膜46と接して積層されている。反強磁性薄膜46と反強磁性層61は、同一の組成からなる合金からなることが好ましい。

【0092】反強磁性層61が反強磁性薄膜46に接して積層されることにより、反強磁性層61と反強磁性薄膜46とが一体化し、これら反強磁性層61と反強磁性薄膜46とが同時にアニール処理されることによって反強磁性薄膜46と固定磁性層45との界面にて交換結合磁界が発現し、固定磁性層45の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0093】上述のように、反強磁性薄膜46は、反強磁性層61と同一組成の合金からなることが好ましく、

PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。また、PtMn合金に代えて、X-Mn(ただし、Xは、Pd、Ru、Ir、Rh、Osのうちから選択される1種の元素を示す。)の式で示される合金あるいはX'-Pt-Mn(ただし、X'は、Pd、Ru、Ir、Rh、Os、Au、Agのうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。)の式で示される合金で形成されていてもよい。

【0094】また、前記PtMn合金および前記X-Mnの式で示される合金において、PtあるいはXが37~63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47~57原子%の範囲である。さらにまた、X'-Pt-Mnの式で示される合金において、X'+Ptが37~63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47~57原子%の範囲である。さらに、前記X'-Pt-Mnの式で示される合金としては、X'が0.2~10原子%の範囲であることが望ましい。反強磁性薄膜46として、上記した適正な組成範囲の合金を使用し、また反強磁性層61にも反強磁性薄膜46と同一組成の合金を使用し、これらをアニール処理することで、大きな交換結合磁界を発現させることができる。とくにPtMn合金であれば、800(Oe)を越える交換結合磁界が発現し、交換結合磁界を失うブロッキング温度を380℃と極めて高温にしてスピンバルブ型薄膜磁気素子4の熱安定性を高めることができる。

【0095】尚、固定磁性層41、45、フリー磁性層43及び非磁性導電層42、44は、図1に示した固定磁性層11、15、フリー磁性層13及び非磁性導電層12、14と同等の材質からなる。

【0096】上記のスピンバルブ型薄膜磁気素子4の製造方法は、先に説明したスピンバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法ほぼ同じであるが、積層前駆体を形成する際に、固定磁性層と非磁性導電層とフリー磁性層と非磁性導電層と固定磁性層に加えて、反強磁性薄膜をも積層する点が前述のスピンバルブ型薄膜磁気素子1の場合と異なる。これ以降の製造工程は図13~図19とほぼ同じであり、積層前駆体上に第1リフトオフレジストを形成し、第1リフトオフレジストに覆われていない部分をイオンミリング法により除去して一方の反強磁性層を露出させて積層体を形成する。次に、バイアス下地層、バイアス層及び中間層を、露出された一方の反強磁性層と傾斜側面と第1リフトオフレジストとに順次積層し、第1リフトオフレジストを除去する。

【0097】次に、積層体及び中間層に、他方の反強磁性層及び保護層を積層する。尚、他方の反強磁性層を積層する前に、積層体(反強磁性薄膜)の上面をスパッタ

10

20

30

40

50



リング等の手段によりエッチングする必要がある。これは、先の第1リフトオフレジストの除去工程をスパッタリング装置等の外部に行うために、基板等が一時的に大気圧雰囲気中に曝され、このとき雰囲気中の酸素等の不純物により積層体（反強磁性薄膜）の上面が汚染されるため、この汚染された反強磁性薄膜の上に他方の反強磁性層を積層しても、これら反強磁性薄膜と反強磁性層を一体化させることができず、固定磁性層の磁化方向を固定するに足りる十分な交換結合磁界を発現させることができなくなるので、積層体（反強磁性薄膜）の上面をエッチングして不純物を除去する必要があるからである。

【0098】次に、第2リフトオフレジストを保護層上に形成し、導電層を積層し、最後に第2リフトオフレジストを除去することにより、図7に示すスピバルブ型薄膜磁気素子4が得られる。

【0099】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子4においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、スピバルブ型薄膜磁気素子4においては、固定磁性層45と反強磁性薄膜46とが同時に積層されるので固定磁性層45と反強磁性薄膜46の界面に不純物等が混入することがなく、またこの反強磁性薄膜46と反強磁性層61とが一体化すれば、固定磁性層45と反強磁性薄膜46aとの界面にて大きな交換結合磁界が容易に発現して固定磁性層45の磁化方向を図示Y方向に強固に固定することができる。

【0100】また、上述の製造方法においては、固定磁性層45と反強磁性薄膜46とを同時に形成するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、また反強磁性薄膜46に反強磁性層61を積層してこれらを一体化することにより、反強磁性薄膜46が実質的に反強磁性層61に含まれることになり、固定磁性層45と反強磁性薄膜46との界面にて交換結合磁界が発現しやすくなり、固定磁性層45の磁化方向が強固に固定されたスピバルブ型薄膜磁気素子4を製造することができる。

【0101】（第5の実施形態）図8に本発明の第5の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図8において、前述した図1に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0102】図8に示すスピバルブ型薄膜磁気素子5においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体10が形成されている。

【0103】積層体10の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体10と同じ階層に位置している。また、その上面17bが積層体10の上面10

bと同一面を形成し、その下面17c、17cが積層体10の下面10cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体10の傾斜側面10a、10aに乗り上げている。

【0104】バイアス層17、17には中間層18、18が積層され、中間層18、18と積層体10の上面10bには強磁性薄膜47が積層されている。強磁性薄膜47には反強磁性層61と保護層51が積層されている。また、保護層51には、一対の導電層70、70が積層されている。

【0105】反強磁性層61が強磁性薄膜47に接して積層されることにより、強磁性薄膜47と反強磁性層61との界面にて交換結合磁界が発現する。この強磁性薄膜47は固定磁性層15に積層されているので、強磁性薄膜47と反強磁性層61との界面にて発現した交換結合磁界が固定磁性層15に印加され、固定磁性層15の磁化方向が図示Y方向に固定される。強磁性薄膜47は、固定磁性層15と同一の材質からなることが好ましく、例えば、強磁性体であるCo、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金などからなることが好ましい。

【0106】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子5の製造方法は、先に説明したスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法ほぼ同じであるが、積層体とバイアス層の上に強磁性薄膜を積層した後に他方の反強磁性層を積層する点が前述のスピバルブ型薄膜磁気素子1の場合と異なる。

【0107】上記以外の点は図13～図19に示す製造方法とほぼ同じであり、基板上に積層前駆体を形成し、積層前駆体上に第1リフトオフレジストを形成し、第1リフトオフレジストに覆われていない部分をイオンミリング法により除去して一方の反強磁性層を露出させて積層体を形成する。次に、露出させた反強磁性層と第1リフトオフレジストとに、バイアス下地層、バイアス層及び中間層を順次積層し、第1リフトオフレジストを除去する。

【0108】次に、積層体及び中間層に強磁性薄膜と他方の反強磁性層と保護層を積層する。尚、強磁性薄膜を積層する前に、積層体の上面をイオンミリングまたは逆スパッタ等の手段によりエッチングする必要がある。これは、先の第1リフトオフレジストの除去工程をスパッタリング装置等の外部に行うために、基板等が一時的に大気圧雰囲気中に曝され、このとき雰囲気中の酸素等の不純物により積層体（固定磁性層）の上面が汚染されるので、積層体（固定磁性層）の上面をエッチングすることにより不純物が除去されて固定磁性層と強磁性薄膜とが実質的に一体化され、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能になるからである。

【0109】次に、第2リフトオフレジストを保護層上に形成し、導電層を積層し、最後に第2リフトオフレジ

ストを除去することにより、図8に示すスピバルブ型薄膜磁気素子5が得られる。

【0110】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子5においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子5においては、強磁性薄膜47と反強磁性層61とが同時に積層されるので強磁性薄膜47と反強磁性層61の界面に不純物等が混入することがなく、更にこの強磁性薄膜47が固定磁性層15に接しているため、反強磁性層61と強磁性薄膜47との界面にて発現した交換結合磁界が固定磁性層15に印加されて、固定磁性層15の磁化方向を図示Y方向に固定することができる。

【0111】また、上述の製造方法においては、強磁性薄膜47と反強磁性層61とを同時に積層するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、強磁性薄膜47と反強磁性層61との界面にて交換結合磁界が発現しやすくなり、またこの強磁性薄膜47が固定磁性層15上に積層されてこれらが一体化して強磁性薄膜47が実質的に固定磁性層15に含まれることになるので、固定磁性層15の磁化方向が強固に固定されたスピバルブ型薄膜磁気素子5を製造することができる。

【0112】(第6の実施形態)図9に本発明の第6の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図9において、前述した図1に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0113】図9に示すスピバルブ型薄膜磁気素子6においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体10が形成されている。

【0114】積層体10の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16、16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体10と同じ階層に位置している。また、その上面17b、17bが積層体10の上面10bと同一面を形成し、その下面17c、17cが積層体10の下面10cと同一面を形成している。また、バイアス層17、17の一部が積層体10の傾斜側面10a、10aに乗り上げている。

【0115】バイアス層17、17には中間層18、18が積層され、中間層18、18の一部及び積層体10の上面10bには反強磁性層62が積層されている。反強磁性層62は、積層体10と同様に断面視略台形状に形成され、反強磁性層62の図示X1方向両側は2つの傾斜側面62a、62aとされている。傾斜側面62a、62aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。反強磁性層62は、その図示X1方向の長さが積層体10とほ

ぼ同じ長さとなるように形成されている。この反強磁性層62は、図1における反強磁性層61と同様の材質からなるものである。反強磁性層62は、固定磁性層15に接して積層され、これらの層62、15の界面において交換結合磁界が発現し、この交換結合磁界により固定磁性層15の磁化方向を図示Y方向に固定される。また、反強磁性層62には、例えばTaからなる保護層52が積層されている。

【0116】反強磁性層62の図示X1方向両側には、一対の導電層71、71が配置されている。この導電層71、71は、中間層18、18を介してバイアス層17、17の上に積層されると共に、反強磁性層62の傾斜側面62a、62aに接して形成されている。

【0117】次に、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子6の製造方法を図12～図16及び図20～図23を参照して説明する。尚、ここでの図12～図16の説明は、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法における図12～図16の説明と全く同一なので、ここでは図20～図23についてのみ説明する。

【0118】図20に示す工程の前工程は図16に示した通りであり、図20の説明を容易ならしめるために再度図16を説明すると、図16は、積層体10の両側にバイアス下地層16とバイアス層17と中間層18とを順次積層して第1リフトオフレジスト80を除去した後の状態を示している。続いて図20において、積層体10及び中間層18、18に、反強磁性層62及び保護層52を積層する。尚、反強磁性層62を積層する前に、積層体10の上面10bをイオンミリングまたは逆スパッタ等の手段によりエッチングする必要がある。これは、先の第1リフトオフレジスト80の除去工程をスパッタリング装置等の外部に行うために、基板19等が一時的に大気圧雰囲気中に曝され、このとき雰囲気中の酸素等の不純物により積層体10(固定磁性層15)の上面10bが汚染されるため、この汚染された固定磁性層15の上面に反強磁性層62を積層しても、これらの層の界面では交換結合磁界が発現し得ないので、反強磁性層62を積層する前に積層体10(固定磁性層15)の上面10bをエッチングして不純物を除去する必要があるからである。

【0119】次に、図21に示すように、保護層52上に第3リフトオフレジスト82を形成し、第3リフトオフレジスト82に覆われていない部分をイオンミリング法(物理的イオンビームエッチング法)により除去して中間層18、18を露出させて、反強磁性層62及び保護層52を断面視略台形状に加工する。このとき、反強磁性層62には傾斜側面62a、62aが形成される。第3リフトオフレジスト82を積層体10と重なる位置に形成することが、積層体10に接する部分の反強磁性層62のみを残存させることができる点で好ましい。

【0120】次に、図22に示すように、中間層18、

18、傾斜側面62a、62a及び第3リフトオフレジスト82に導電層71を積層する。中間層18、18上に積層された導電層71は、傾斜側面62a、62aと接すると共にその上に乗り上げて積層される。第3リフトオフレジスト82には、導電層71の構成材料の付着層82aが付着する。そして最後に、図23に示すように、第3リフトオフレジスト82を除去して、図9に示すスピバルブ型薄膜磁気素子6が得られる。

【0121】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子6においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子1と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、スピバルブ型薄膜磁気素子6においては、導電層71、71が、中間層18、18を介してバイアス層17、17上に積層されると共に、反強磁性層62の傾斜側壁面62a、62aに接しているため、導電層71、71とバイアス層17、17が中間層17、17を介して隣接することになり、このバイアス層17、17は非磁性導電層12、14を含む積層体10と隣接しているため、導電層71、71からの検出電流を、比抵抗の大きい反強磁性層62を介さずに非磁性導電層12、14に与えることが可能となり、外部磁界による磁気抵抗の変化量を大きくしてスピバルブ型薄膜磁気素子6の検出感度を高くすることができる。また、バイアス層17、17と導電層71、71との間に中間層18、18が設けられているため、後工程であるインダクティブヘッドの製造工程での熱処理（UVキュア）により起きる導電層71とバイアス層17の間の熱拡散を防止して、バイアス層17の磁気特性の劣化を防止することができる。

【0122】また、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子6の製造方法においては、積層体10と重なる部分の反強磁性層62を残存させ、この反強磁性層62の両側に隣接してしかもバイアス層17、17上に積層された導電層71、71を形成するので、導電層71、71からの検出電流を、比抵抗が大きい反強磁性層62を介さずに非磁性導電層12、14に与えることができ、外部磁界による磁気抵抗の変化量が大きくなって検出感度が高いスピバルブ型薄膜磁気素子6を製造することができる。

【0123】（第7の実施形態）図10に本発明の第7の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図10において、前述した図1、図6及び図9に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0124】図10に示すスピバルブ型薄膜磁気素子7においては、基板19に下地層50と反強磁性層60が積層されると共に、反強磁性層60上に積層体90が形成されている。積層体90は、一方の固定磁性層24、非磁性導電層25、フリー磁性層13、非磁性導電層30、他方の固定磁性層34が順次積層されてなるも

のであり、この積層体90は断面視略台形状とされ、積層体90の図示X1方向両側は2つの傾斜側面90a、90aとされている。傾斜側面90a、90aは、基板19から離れる方向、即ち図示Z方向に向けて互いに接近するように傾斜している。なお、図10において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0125】一方の固定磁性層24は、非磁性中間層22と、非磁性中間層22を挟む第1固定磁性層21及び第2固定磁性層23とからなる。第1、第2固定磁性層21、23の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましく、図10においては、第2固定磁性層23の膜厚が第1固定磁性層21より大とされている。また、第1固定磁性層21は反強磁性層60に接している。

【0126】第1固定磁性層21の磁化方向は、反強磁性層60との交換結合磁界により図示Y方向の反対方向に固定され、第2固定磁性層23は、第1固定磁性層21と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向に固定されている。第1、第2固定磁性層21、23の磁化方向が互いに反平行とされているため、第1、第2固定磁性層21、23の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層23の厚さが僅かに大きいため、固定磁性層24自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層60との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層24の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0127】また、他方の固定磁性層34は、非磁性中間層32と、非磁性中間層32を挟む第1固定磁性層31及び第2固定磁性層33とからなる。第1、第2固定磁性層31、33の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましく、図10においては、第2固定磁性層33の膜厚が第1固定磁性層31より大とされている。また、第2固定磁性層33は反強磁性層62に接している。

【0128】第2固定磁性層33の磁化方向は、反強磁性層62との交換結合磁界により図示Y方向に固定され、第1固定磁性層31は、第2固定磁性層33と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。第1、第2固定磁性層31、33の磁化方向が互いに反平行とされているため、第1、第2固定磁性層31、33の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2固定磁性層33の厚さが僅かに大きいため、固定磁性層34自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層62との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層34の磁化方向が図示Y方向に固定される。

【0129】積層体90の図示X1方向両側には、一対のバイアス層17、17が隣接している。バイアス層17、17は、バイアス下地層16を介して反強磁性層60上に設けられて積層体90と同じ階層に位置してい



る。また、その上面 17b が積層体 90 の上面 90b と同一面を形成し、その下面 17c が積層体 90 の下面 90c と同一面を形成している。また、バイアス層 17、17 の一部が積層体 90 の傾斜側面 90a、90a に乗り上げている。

【0130】バイアス層 17、17 には中間層 18、18 が積層され、中間層 18、18 の一部及び積層体 90 の上面 90b には反強磁性層 62 が積層されている。反強磁性層 62 は、積層体 90 と同様に断面視略台形状に形成され、反強磁性層 62 の図示 X1 方向両側は 2 つの傾斜側面 62a、62a とされている。傾斜側面 62a、62a は、基板 19 から離れる方向、即ち図示 Z 方向に向けて互いに接近するように傾斜している。反強磁性層 62 は、その図示 X1 方向の長さが積層体 90 とほぼ同じ長さとなるように形成されている。また、反強磁性層 62 には保護層 52 が積層されている。

【0131】反強磁性層 62 の図示 X1 方向両側には、一対の導電層 71、71 が配置されている。この導電層 71、71 は、中間層 18、18 を介してバイアス層 17、17 の上に積層されると共に、反強磁性層 62 の傾斜側面 62a、62a に接して形成されている。

【0132】上記のスピンバルブ型薄膜磁気素子 7 は、反強磁性層 60 上に固定磁性層 24 と非磁性導電層 25 とフリー磁性層 13 と非磁性導電層 30 と固定磁性層 34 とが積層されて積層前駆体が形成されること以外は、前述したスピンバルブ型薄膜磁気素子 6 と同様にして製造される。

【0133】上述のスピンバルブ型薄膜磁気素子 7 においては、前述したスピンバルブ型薄膜磁気素子 6 と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、上述のスピンバルブ型薄膜磁気素子 7 においては、固定磁性層 24、34 が、非磁性中間層 22、32 と第 1 固定磁性層 21、31 及び第 2 固定磁性層 23、33 とからそれぞれなり、第 2 固定磁性層 23、33 の磁化方向が図示 Y 方向に固定され、第 1 固定磁性層 21、31 の磁化方向が図示 Y 方向の反対方向に固定されているので、第 1、第 2 固定磁性層 21、23、31、33 の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 固定磁性層 23、33 の厚さが僅かに大きく、固定磁性層 24、34 自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層 60、62 との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層 24、34 の磁化方向が図示 Y 方向に強固に固定され、スピンバルブ型薄膜磁気素子 7 の安定性を向上させることができる。

【0134】(第 8 の実施形態) 図 11 に本発明の第 8 の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子の断面図を示す。尚、図 11 において、前述した図 1、図 6 及び図 9 に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくはその説明を省略する。

【0135】図 11 に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子 8 においては、基板 19 に下地層 50 と反強磁性層 60 が積層されると共に、反強磁性層 60 上に積層体 20 が形成されている。積層体 20 は、一方の固定磁性層 24、非磁性導電層 25、フリー磁性層 29、非磁性導電層 30、他方の固定磁性層 34 が順次積層されてなるものであり、この積層体 20 は断面視略台形状とされ、積層体 20 の図示 X1 方向両側は 2 つの傾斜側面 20a、20a とされている。傾斜側面 20a、20a は、基板 19 から離れる方向、即ち図示 Z 方向に向けて互いに接近するように傾斜している。なお、図 11 において、図示 Z 方向は磁気記録媒体の移動方向を示し、図示 Y 方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向を示す。

【0136】一方の固定磁性層 24 は、非磁性中間層 22 と、非磁性中間層 22 を挟む第 1 固定磁性層 21 及び第 2 固定磁性層 23 とからなる。第 1、第 2 固定磁性層 21、23 の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましく、図 11 においては、第 2 固定磁性層 23 の膜厚が第 1 固定磁性層 21 より大とされている。また、第 1 固定磁性層 21 は反強磁性層 60 に接している。

【0137】第 1 固定磁性層 21 の磁化方向は、反強磁性層 60 との交換結合磁界により図示 Y 方向の反対方向に固定され、第 2 固定磁性層 23 は、第 1 固定磁性層 21 と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示 Y 方向に固定されている。第 1、第 2 固定磁性層 21、23 の磁化方向が互いに反平行とされているので、第 1、第 2 固定磁性層 21、23 の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 固定磁性層 23 の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層 24 自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層 60 との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層 24 の磁化方向が図示 Y 方向に固定される。

【0138】また、他方の固定磁性層 34 は、非磁性中間層 32 と、非磁性中間層 32 を挟む第 1 固定磁性層 31 及び第 2 固定磁性層 33 とからなる。第 1、第 2 固定磁性層 31、33 の厚さは、僅かに異なる厚さとすることが好ましく、図 11 においては、第 2 固定磁性層 33 の膜厚が第 1 固定磁性層 31 より大とされている。また、第 2 固定磁性層 33 は反強磁性層 62 に接している。

【0139】第 2 固定磁性層 33 の磁化方向は、反強磁性層 62 との交換結合磁界により図示 Y 方向に固定され、第 1 固定磁性層 31 は、第 2 固定磁性層 33 と反強磁性的に結合してその磁化方向が図示 Y 方向の反対方向に固定されている。第 1、第 2 固定磁性層 31、33 の磁化方向が互いに反平行とされているので、第 1、第 2 固定磁性層 31、33 の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 固定磁性層 33 の厚さが僅かに大きいために、固定磁性層 34 自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層 62 との

交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層 34 の磁化方向が図示 Y 方向に固定される。

【0140】フリー磁性層 29 は、非磁性中間層 27 と、非磁性中間層 27 を挟む第 1 フリー磁性層 26 及び第 2 フリー磁性層 28 とからなる。また、第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 の厚さは、僅かに異なる厚さとするのが好ましく、図 11 においては、第 2 フリー磁性層 28 の膜厚が第 1 フリー磁性層 26 より大とされている。

【0141】第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 は、交換結合磁界によって相互に磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となる。即ち、第 2 フリー磁性層 28 の磁化方向はハードバイアス層 17、17 の磁化によって図示 X1 方向に揃えられ、第 1 フリー磁性層 26 は、第 2 フリー磁性層 28 と反強磁的に結合してその磁化方向が図示 X1 方向の反対方向に揃えられる。第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 の磁化方向が互いに反平行とされているので、第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 フリー磁性層 28 の厚さが第 1 フリー磁性層 26 より大とされているので、この厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層 29 全体の磁化となり、フリー磁性層 29 の磁化方向が図示 X1 方向に揃えられ、またこの磁化の大きさが小さくなるので、外部磁界の変化によってフリー磁性層 29 の磁化方向が感度よく変動するものとなる。

【0142】積層体 20 の図示 X1 方向両側には、一対のバイアス層 17、17 が隣接している。バイアス層 17、17 は、バイアス下地層 16 を介して反強磁性層 60 上に設けられて積層体 20 と同じ階層に位置している。また、その上面 17b が積層体 20 の上面 20b と同一面を形成し、その下面 17c が積層体 20 の下面 20c と同一面を形成している。また、バイアス層 17、17 の一部が積層体 20 の傾斜側面 20a、20a に乗っている。

【0143】バイアス層 17、17 には中間層 18、18 が積層され、中間層 18、18 の一部及び積層体 20 の上面 20b には反強磁性層 62 が積層されている。反強磁性層 62 は、積層体 20 と同様に断面視略台形状に形成され、反強磁性層 62 の図示 X1 方向両側は 2 つの傾斜側面 62a、62a とされている。傾斜側面 62a、62a は、基板 19 から離れる方向、即ち図示 Z 方向に向けて互いに接近するように傾斜している。反強磁性層 62 は、その図示 X1 方向の長さが積層体 20 とほぼ同じ長さとなるように形成されている。また、反強磁性層 62 には保護層 52 が積層されている。

【0144】反強磁性層 62 の図示 X1 方向両側には、一対の導電層 71、71 が配置されている。この導電層 71、71 は、中間層 18、18 を介してバイアス層 17、17 の上に積層されると共に、反強磁性層 62 の傾斜側面 62a、62a に接して形成されている。

【0145】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子 8 は、反強磁性層 60 上に固定磁性層 24 と非磁性導電層 25 とフリー磁性層 29 と非磁性導電層 30 と固定磁性層 34 とが積層されて積層前駆体が形成されること以外は、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子 6 と同様にして製造される。

【0146】上述のスピバルブ型薄膜磁気素子 8 においては、前述したスピバルブ型薄膜磁気素子 6 と同様な効果に加えて以下の効果が得られる。即ち、上述のスピバルブ型薄膜磁気素子 8 においては、固定磁性層 24、34 が、非磁性中間層 22、32 と第 1 固定磁性層 21、31 及び第 2 固定磁性層 23、33 とからそれぞれなり、第 2 固定磁性層 23、33 の磁化方向が図示 Y 方向に固定され、第 1 固定磁性層 21、31 の磁化方向が図示 Y 方向の反対方向に固定されているので、第 1、第 2 固定磁性層 21、23、31、33 の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 固定磁性層 23、33 の厚さが僅かに大きく、固定磁性層 24、34 自体の自発磁化が僅かに残る結果となり、この自発磁化が反強磁性層 60、62 との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層 24、34 の磁化方向が図示 Y 方向に強固に固定され、スピバルブ型薄膜磁気素子 8 の安定性を向上させることができる。

【0147】また、第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 が、反強磁的に結合されてフェリ磁性状態となり、第 1、第 2 フリー磁性層 26、28 の磁気モーメントが相互に打ち消し合うことになるが、第 1 フリー磁性層 26 と第 2 フリー磁性層 28 の厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層 29 全体の磁化となり、この磁化が小さくなるので、フリー磁性層 29 の磁化方向を外部磁界の変化に対して感度よく変動させることができ、スピバルブ型薄膜磁気素子 8 の感度を向上させることができる。

【0148】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、バイアス層が、前記積層体と同じ階層に位置すると共にその厚さ方向両側の面が前記積層体の厚さ方向両側の面と略同一面を形成するように構成され、また他方の反強磁性層が前記バイアス層と前記積層体とを覆って積層されているので、従来のスピバルブ型薄膜磁気素子のように、バイアス層の断面形状が突出して尖ったものとはならず、バイアス層からの漏れ磁界によってフリー磁性層が多磁区化されることがなく、フリー磁性層のバルクハウゼンノイズを低減することができる。また、バイアス層が前記積層体と同じ階層に位置するので、バイアス層のバイアス磁界を積層体のフリー磁性層に十分に印加することができ、フリー磁性層の磁化方向を所定方向に揃えてフリー磁性層を単磁区化することができる。

【0149】また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、他方の反強磁性層が反強磁性薄膜に接す

ることになり、他方の反強磁性層がこの反強磁性薄膜と一体となるように構成されているので、これらの界面に不純物が混入することがなく、この反強磁性薄膜と他方の反強磁性層とが一体化すれば、固定磁性層と反強磁性薄膜との界面にて大きな交換結合磁界が容易に発現して固定磁性層の磁化方向を所定の方向に強固に固定することができる。

【0150】また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子においては、少なくとも積層体と他方の反強磁性層との間に強磁性薄膜が設けられているので、他方の反強磁性層と強磁性薄膜の界面に不純物が混入することがなく、またこの強磁性薄膜は固定磁性層と接しているの  
10 で、反強磁性層と強磁性薄膜との間で交換結合磁界が容易に発現し、この交換結合磁界が強磁性薄膜を介して固定磁性層に印加され、固定磁性層の磁化方向を所定の方向に固定することができる。

【0151】また、一方及び他方の反強磁性層に、 $X-Mn$ の式で示される合金または $X'-Pt-Mn$ の式で示される合金を用いたスピンバルブ型薄膜磁気素子とすることで、反強磁性層に従来から使用されているNiO  
20 合金、FeMn合金、NiMn合金などを用いたものと比較して、交換結合磁界が大きく、またブロッキング温度が高く、さらに耐食性に優れているなどの優れた特性を有するスピンバルブ型薄膜磁気素子とすることが可能になる。

【0152】本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子においては、一対の導電層が互いに離間して他方の反強磁性層上に積層されているので、検出電流を確実に積層体に印加することができる。

【0153】また、一対の導電層は、他方の反強磁性層の両側に隣接して前記バイアス層に積層されてなるものであっても良く、この場合には、導電層とバイアス層が隣接し、バイアス層は非磁性導電層を含む積層体と隣接しているの  
30 で、導電層からの検出電流を、比抵抗の大きい他方の反強磁性層を介さずに非磁性導電層に与えることが可能となり、外部磁界による磁気抵抗の変化量を大きくしてスピンバルブ型薄膜磁気素子の検出感度を高くすることができる。

【0154】また、Ta、Crのような非磁性体からなる中間層を設けることにより、ハードバイアス層と他方の反強磁性層との間で磁気結合が発生することなく、フリー磁性層の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。また、後工程であるインダクティブヘッドの製造工程での熱処理(UVキュア)により起きる導電層とバイアス層の間での熱拡散を防止して、バイアス層の磁気特性の劣化を防止することができる。更に、体心立方構造(bcc構造)であるCrからなるバイアス下地層を設けることにより、バイアス層がバイアス下地層上でエピタキシャル成長してバイアス層の磁化容易軸を所定の方向に揃えることが可能になって、バイアス  
40

層の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

【0155】また、フリー磁性層が、非磁性中間層を介して反強磁性的に結合された第1、第2フリー磁性層からなる場合、第1、第2フリー磁性層が交換結合磁界によって磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となり、この時例えば、第2フリー磁性層の厚さを、第1フリー磁性層よりも僅かに大とすると、第2フリー磁性層の磁化方向がバイアス層の磁化によって一定方向に揃えられ、第1フリー磁性層の磁化方向が第2フリー磁性層の磁化方向の反対方向とされ、第1、第2フリー磁性層の磁気モーメントが相互に打ち消し合うことになるが、第2フリー磁性層の厚さが第1フリー磁性層より大とされているので、この厚さの差分に相当する磁化がフリー磁性層全体の磁化となり、この磁化が小さくなるので、外部磁界の変化によってフリー磁性層の磁化方向が感度よく変動し、スピンバルブ型薄膜磁気素子の検出感度を大きくすることができる。

【0156】また、固定磁性層が、非磁性中間層を介して反強磁性的に結合された第1、第2固定磁性層からなる場合、第1、第2固定磁性層が交換結合磁界によって磁氣的に結合されてフェリ磁性状態となり、第1、第2固定磁性層の厚さを僅かに異ならしめると、第1、第2固定磁性層の磁気モーメントが相互に打ち消し合っても、固定磁性層の自発磁化が僅かに残り、この自発磁化が反強磁性層との交換結合磁界によって更に増幅され、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能となって、スピンバルブ型薄膜磁気素子の安定性を高くすることができる。

【0157】本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、一方の反強磁性層上に積層体を形成し、この積層体の両側にバイアス層を形成し、このバイアス層の上面を積層体の上面とほぼ同じ位置とし、この上に他方の反強磁性層を積層するので、従来のようにバイアス層の断面形状が突出して尖ったものとはならず、バイアス層からの漏れ磁界によってフリー磁性層が多磁区化されることがなく、フリー磁性層が単磁区化されたスピンバルブ型薄膜磁気素子を製造することができる。また、バイアス層が前記積層体と同じ階層に位置するので、バイアス層のバイアス磁界を積層体中のフリー磁性層に十分に印加することができ、フリー磁性層の磁化方向を所定の方向に揃えてフリー磁性層を単磁区化されて、スピンバルブ型薄膜磁気素子の安定性を高くすることができる。

【0158】また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記積層前駆体を、固定磁性層と非磁性導電層とフリー磁性層と非磁性導電層と固定磁性層と反強磁性薄膜を積層して形成し、他方の反強磁性層を前記反強磁性薄膜に接して積層しても良く、この  
50

場合には、固定磁性層と反強磁性薄膜とを同時に積層するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、また反強磁性薄膜に他方の反強磁性層を積層してこれらを一体化することによって反強磁性薄膜が実質的に他方の反強磁性層に含まれることになるので、固定磁性層と反強磁性薄膜との界面にて交換結合磁界が発現し、この交換結合磁界により磁化方向が強固に固定された固定磁性層を備えたスピバルブ型薄膜磁気素子を製造することができる。

【0159】更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記第1リフトオフレジストを除去した後に、少なくとも積層体上に強磁性薄膜を形成し、この強磁性薄膜に他方の反強磁性層を積層しても良く、この場合には、強磁性薄膜と他方の反強磁性層とを同時に形成するためにこれらの界面には酸素等の不純物が混入せず、強磁性薄膜と他方の反強磁性層との界面にて交換結合磁界が発現しやすくなり、またこの強磁性薄膜が固定磁性層上に積層されてこれらが一体化して強磁性薄膜が実質的に固定磁性層に含まれることになるので、発現した交換結合磁界が固定磁性層の磁化方向を強固に固定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図2】 図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子のハードバイアス膜とフリー磁性層の磁化の方向を説明するための模式図である。

【図3】 本発明の第1の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【図4】 図3に示す薄膜磁気ヘッドの要部の断面図である。

【図5】 本発明の第2の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図6】 本発明の第3の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図7】 本発明の第4の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図8】 本発明の第5の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図9】 本発明の第6の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図10】 本発明の第7の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合

の構造を示した断面図である。

【図11】 本発明の第8の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図12】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図13】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図14】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図15】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図16】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図17】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図18】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図19】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための工程図である。

【図20】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための工程図である。

【図21】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための工程図である。

【図22】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための工程図である。

【図23】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための工程図である。

【図24】 従来のスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図25】 図24に示すスピバルブ型薄膜磁気素子のハードバイアス膜とフリー磁性層の磁化の方向を説明するための模式図である。

【符号の説明】

1、2、3、4、5、6、7、8 スピバルブ型薄膜磁気素子

10、20、40、90 積層体

10b、20b、40b、90b 積層体の上面

10c、20c、40c、90c 積層体の下面

11、24、41 固定磁性層（一方の固定磁性層）

12、25、42 非磁性導電層（一方の非磁性導電層）

13、29、43 フリー磁性層

14、30、44 非磁性導電層（他方の非磁性導電層）

15、34、45 固定磁性層（他方の固定磁性層）

16 バイアス下地層

17 バイアス層

17b バイアス層の上面

17c バイアス層の下面

18 中間層

19 基板

21、31 第1固定磁性層

22、27、32 非磁性中間層

23、33 第2固定磁性層

26 第1フリー磁性層

28 第2フリー磁性層

46 反強磁性薄膜

47 強磁性薄膜

50 下地層

51、52 保護層

60 反強磁性層（一方の反強磁性層）

61、62 反強磁性層（他方の反強磁性層）

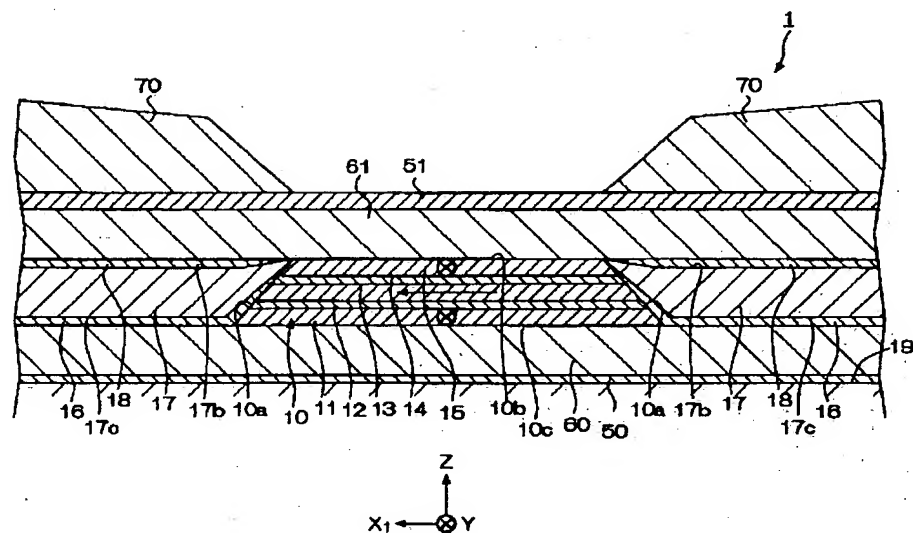
70、71 導電層

80 第1リフトオフレジスト

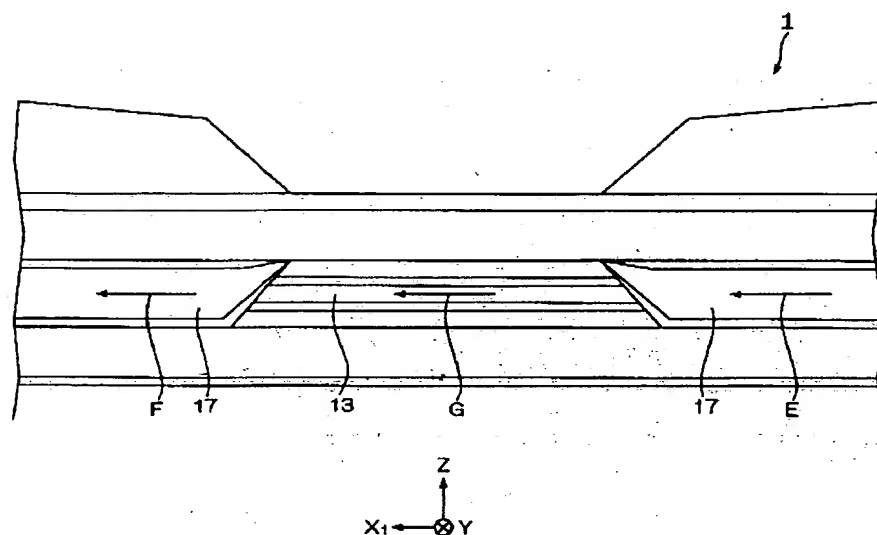
81 第2リフトオフレジスト

82 第3リフトオフレジスト

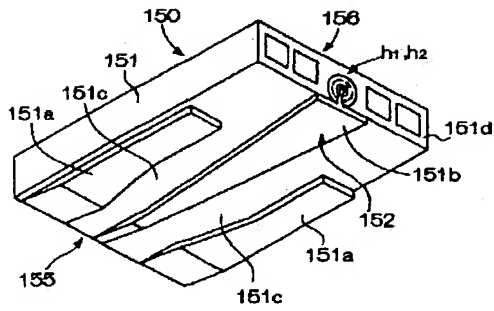
【図1】



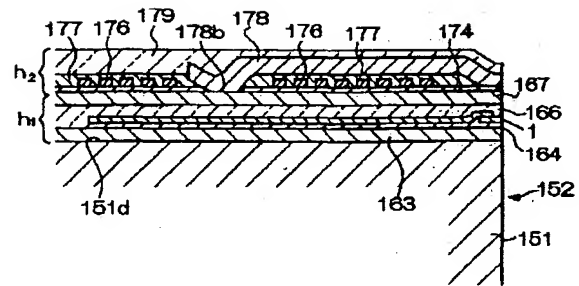
【図2】



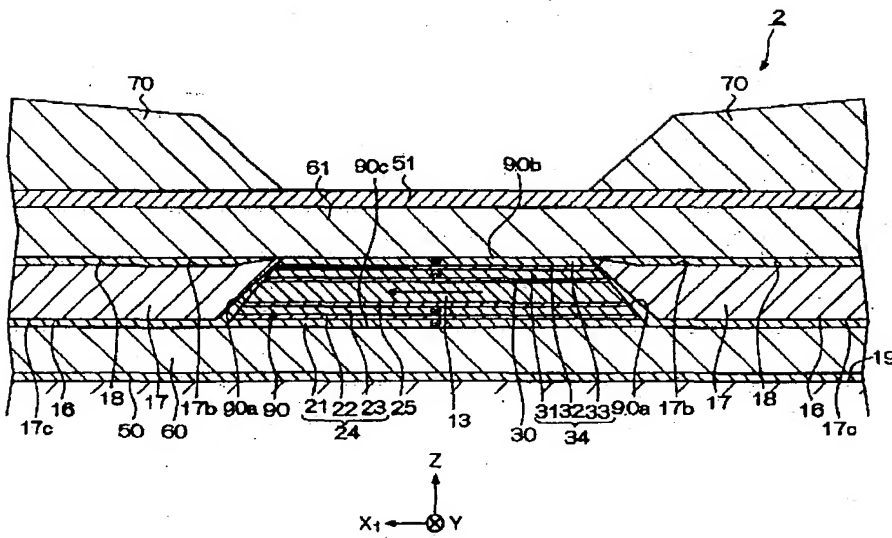
【図3】



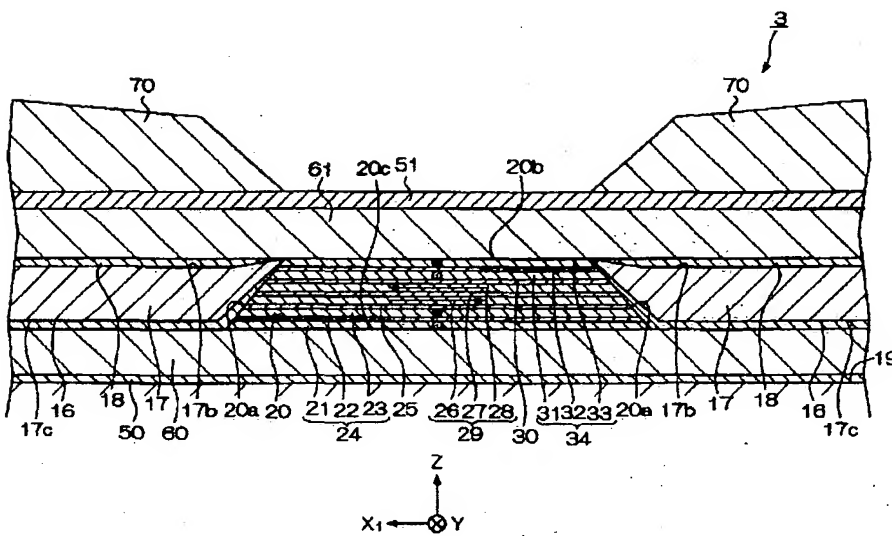
【図4】



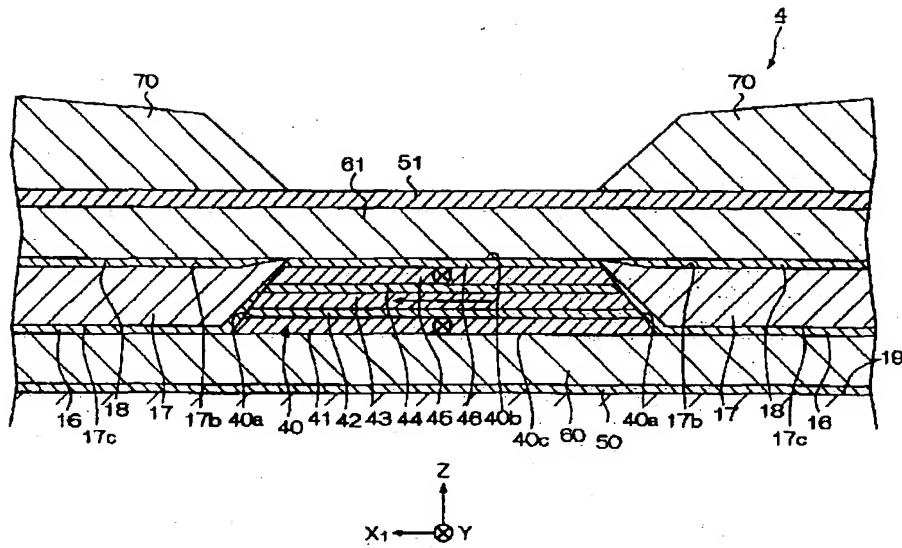
【図5】



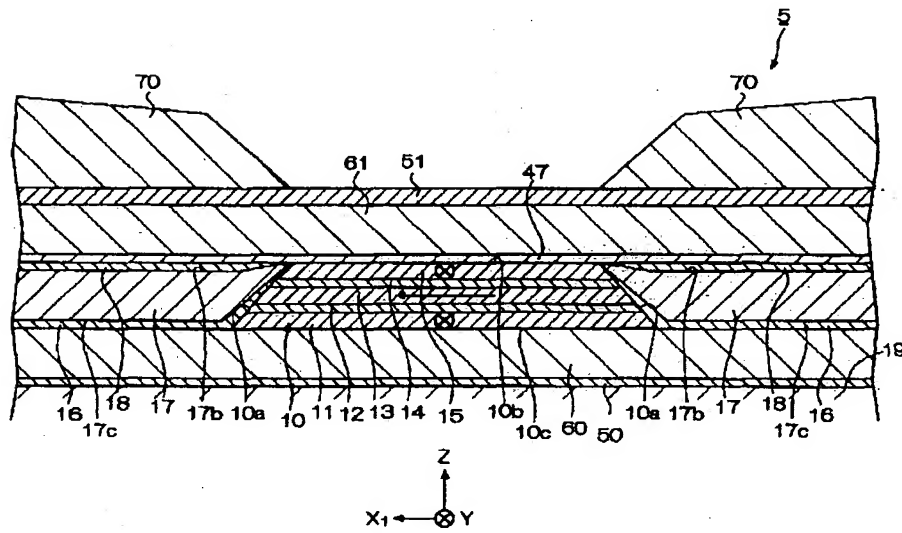
【図6】



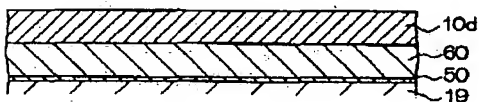
【図7】



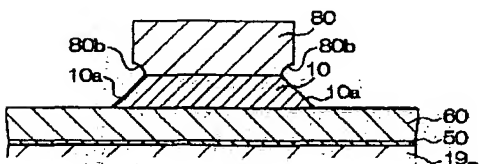
【図8】



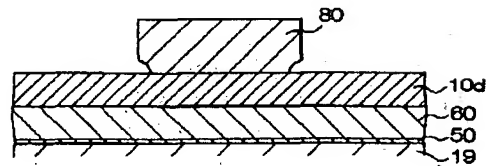
【図12】



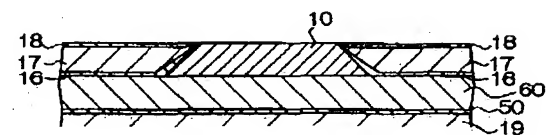
【図14】



【図13】

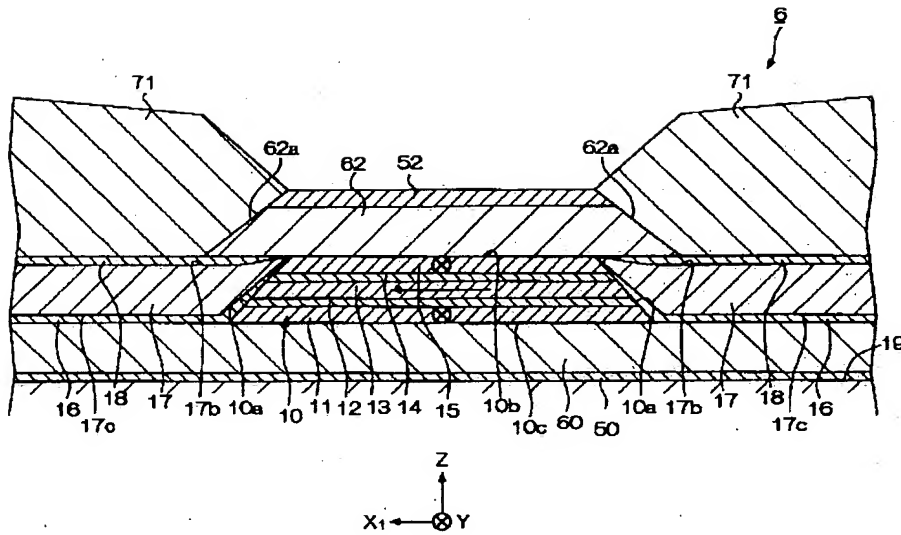


【図16】

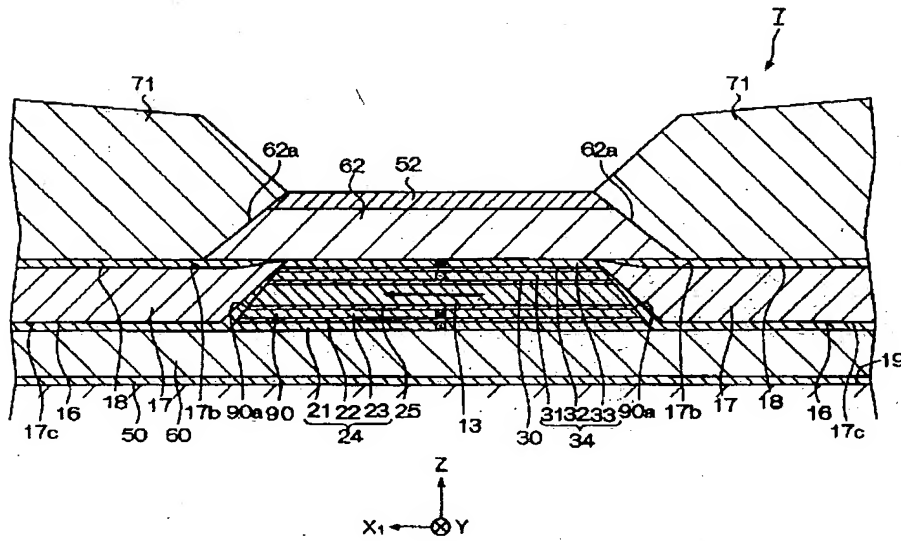




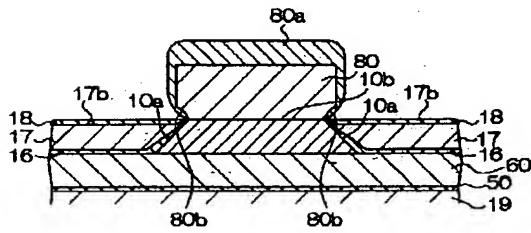
【図 9】



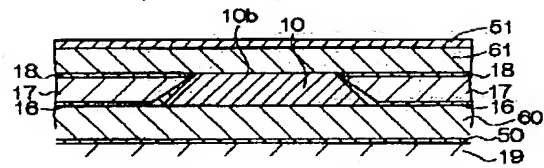
【図 10】



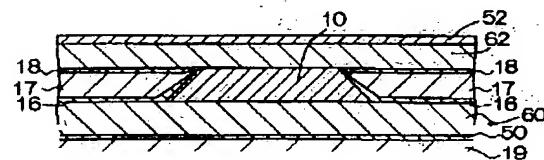
【図 15】



【図 17】

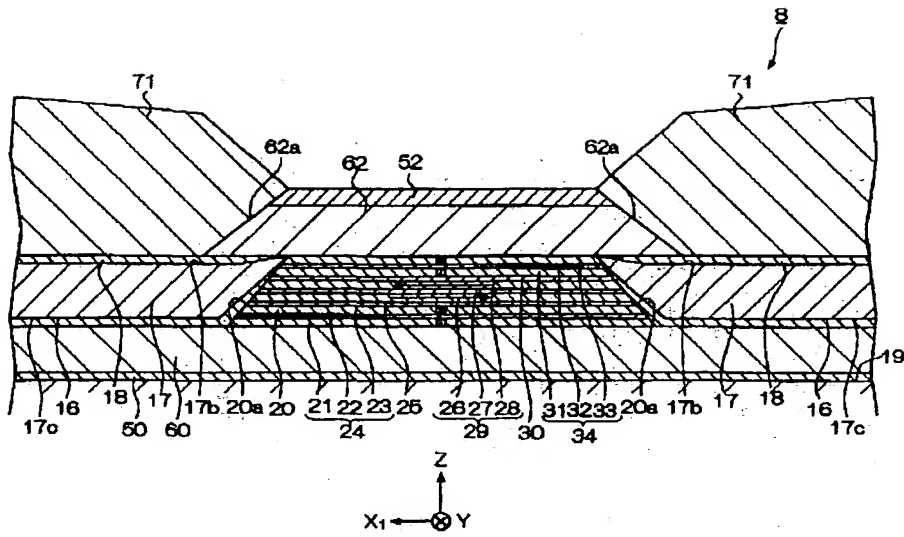


【図 20】

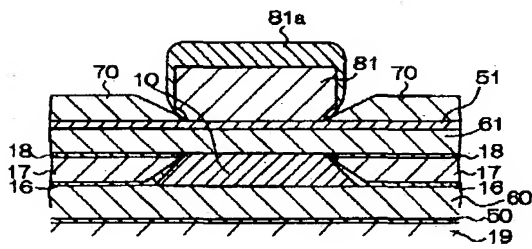




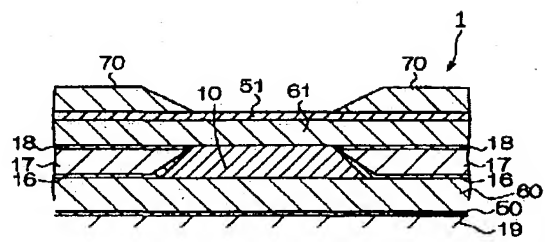
【図 11】



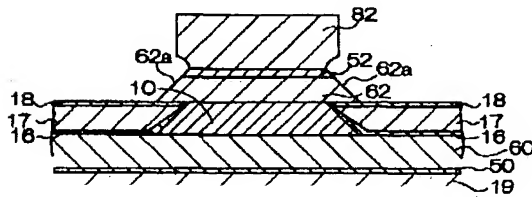
【図 18】



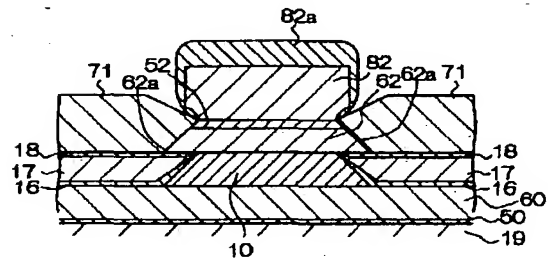
【図 19】



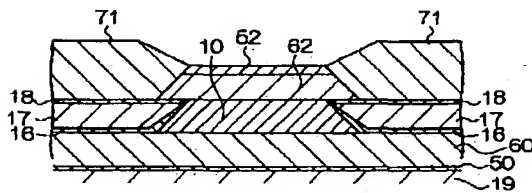
【図 21】



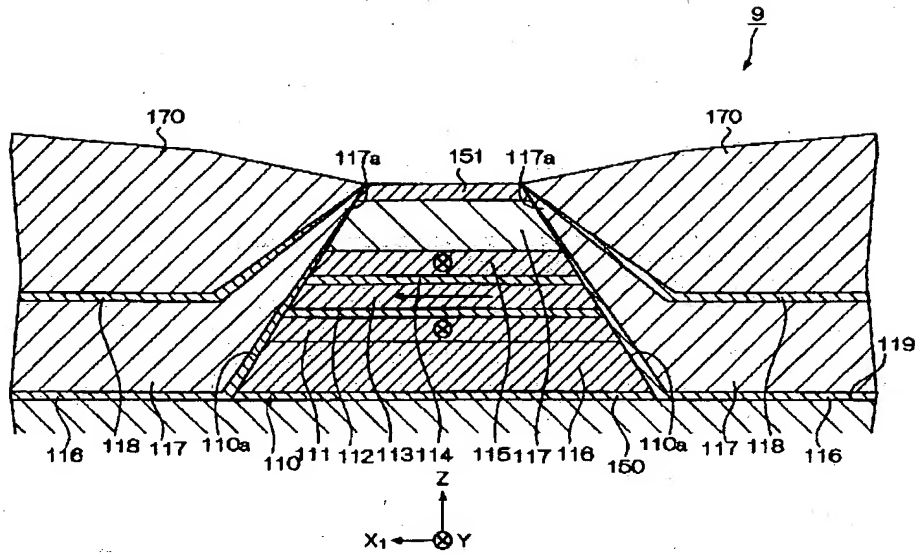
【図 22】



【図 23】



【図 24】



【図 25】

